1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 1 (5 Janvier 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME SOIXANTE-DIX-HUITIÈME.

JANVIER — JUIN 1874.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1ER JANVIER 1874.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Messieurs :

Section Ire. — *Géométrie.*

CHASLES (Michel) (C. ✻).
BERTRAND (Joseph-Louis-François) (O. ✻).
HERMITE (Charles) (O. ✻).
SERRET (Joseph-Alfred) (O. ✻).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ✻).
PUISEUX (Victor-Alexandre) ✻.

Section II. — *Mécanique.*

MORIN (Le général Arthur-Jules) (G. O. ✻).
SAINT-VENANT (Adhémar-Jean-Claude BARRÉ DE) (O. ✻).
PHILLIPS (Édouard) ✻.
ROLLAND (Eugène) (C. ✻).
TRESCA (Henri-Édouard) (O. ✻).
RESAL (Henry-Amé) ✻.

Section III. — *Astronomie.*

MATHIEU (Claude-Louis) (C. ✻).
LIOUVILLE (Joseph) (O. ✻).
LE VERRIER (Urbain-Jean-Joseph) (G. O. ✻).
FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) ✻.
LOEWY (Maurice) ✻.

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

TESSAN (Louis-Urbain DORTET DE) (O. ✻).
PARIS (Le Vice-Amiral François-Edmond) (G. O. ✻).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Le Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. O. ✻).
DUPUY DE LÔME (Stanislas-Charles-Henri-Laurent) (G. O. ✻).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
YVON VILLARCEAU (Antoine-Joseph-François) ✻.

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Becquerel (Antoine-César) (C. ✻).
Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) ✻.
Becquerel (Alexandre-Edmond) (O. ✻).
Jamin (Jules-Célestin) (O. ✻).
Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (O. ✻).
Desains (Quentin-Paul) (O. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Chevreul (Michel-Eugène) (G. O. ✻).
Regnault (Henri-Victor) (C. ✻).
Balard (Antoine-Jérôme) (C. ✻).
Fremy (Edmond) (O. ✻).
Wurtz (Charles-Adolphe) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (O. ✻).

Section VII. — *Minéralogie.*

Delafosse (Gabriel) (O. ✻).
Sainte-Claire Deville (Charles-Joseph) (O. ✻).
Daubrée (Gabriel-Auguste) (C. ✻).
Sainte-Claire Deville (Étienne-Henri) (C. ✻).
Pasteur (Louis) (C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) ✻.

Section VIII. — *Botanique.*

Brongniart (Adolphe-Théodore) (C. ✻).
Tulasne (Louis-René) ✻.
Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

BOUSSINGAULT (Jean-Baptiste-Joseph-Dieudonné) (C. ✵).
DECAISNE (Joseph) (O. ✵).
PELIGOT (Eugène-Melchior) (O. ✵).
THENARD (Le Baron Arnould-Paul-Edmond) ✵.
BOULEY (Henri-Marie) (O. ✵).
MANGON (Charles-François HERVÉ-) (O. ✵).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

EDWARDS (Henri-Milne) (C. ✵).
QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (O. ✵).
BLANCHARD (Charles-Émile) ✵.
ROBIN (Charles-Philippe) ✵.
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) ✵.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

ANDRAL (Gabriel) (C. ✵).
BERNARD (Claude) (C. ✵).
CLOQUET (Le Baron Jules-Germain) (C. ✵).
BOUILLAUD (Jean) (C. ✵).
SÉDILLOT (Charles-Emmanuel) (C. ✵).
N. . . . .

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

ÉLIE DE BEAUMONT (Jean-Baptiste-Armand-Louis-Léonce) (G. O. ✵), pour les Sciences Mathématiques.
DUMAS (Jean-Baptiste) (G. C. ✵), pour les Sciences Physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

SÉGUIER (Le Baron Armand-Pierre) (O. ✵).
BUSSY (Antoine-Alexandre-Brutus) (O. ✵).
BIENAYMÉ (Irénée-Jules) (O. ✵).
ROULIN (François-Désiré) (O. ✵).
LARREY (Le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✵).
BELGRAND (Marie-François-Eugène) (C. ✵).
COSSON (Ernest-Saint-Charles) ✵.
LA GOURNERIE (Jules-Antoine-René MAILLARD DE) (O. ✵).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ✵).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Richard) (O. ✵), à Londres, *Angleterre*.
EHRENBERG (Christian-Gottfried), à Berlin, *Prusse*.
WÖHLER (Frédéric) (O. ✵), à Göttingue, *Prusse*.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin, *Prusse*.
AIRY (Georges-Biddell) ✵, à Greenwich, *Angleterre*.
AGASSIZ (Louis), à Cambridge, *États-Unis*.
WHEATSTONE (Sir Charles) ✵, à Londres, *Angleterre*.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

LE BESGUE (Victor-Amédée) ✵, à Bordeaux, *Gironde*.
TCHÉBYCHEF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg, *Prusse*.
SYLVESTER (James-Joseph), à Woolwich, *Angleterre*.
WEIERSTRASS (Charles), à Berlin, *Prusse*.
KRONECKER (Léopold), à Berlin, *Prusse*.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Seguin aîné (Marc) (O. ✳), à Montbard, *Côte-d'Or*.
Moseley (Henry), à Londres, *Angleterre*.
Fairbairn (William) ✳, à Manchester, *Angleterre*.
Clausius (Julius-Emmanuel-Rudolf), à Wurtzbourg, *Bavière*.
Caligny (Anatole-François Hüe, Marquis de), à Versailles, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .

Section III. — *Astronomie* (16).

Hansen (Peter-Andrea), à Gotha, *Saxe Ducale*.
Santini (Giovanni), à Padoue, *Italie*.
Argelander (Friedrich-Wilhelm-August), à Bonn, *Prusse*.
Hind (John-Russell), à Londres, *Angleterre*.
Peters (C.-A.-F.), à Altona, *Prusse*.
Adams (J.-C.), à Cambridge, *Angleterre*.
Secchi (Le Père Angelo) (O. ✳), à Rome, *Italie*.
Cayley (Arthur), à Londres, *Angleterre*.
Mac-Lear (Thomas), au Cap de Bonne-Espérance, *Colonie du Cap*.
Struve (Otto-Wilhelm), à Pulkova, *Russie*.
Plantamour (Émile), à Genève, *Suisse*.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres, *Angleterre*.
Roche (Édouard-Albert) ✳, à Montpellier, *Hérault*.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Lütke (l'Amiral Frédéric), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Tchihatchef (Pierre-Alexandre de) (C. ✳), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.
Richards (le Capitaine Georges-Henry), à Londres, *Angleterre*.
Livingstone (David).
Chazallon (Antoine-Marie-Remi) (O. ✳), à Desaignes, *Ardèche*.
David (l'abbé Armand), missionnaire en Chine.
Ledieu (Alfred-Constant-Hector) ✳, à Grigny, *Seine-et-Oise*.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

PLATEAU (Joseph-Antoine-Ferdinand), à Gand, *Belgique*.
WEBER (Wilhelm-Eduard), à Göttingue, *Prusse*.
HIRN (Gustave-Adolphe), au Logelbach, *Haut-Rhin*.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand), à Berlin, *Prusse*.
MAYER (Jules-Robert DE), à Heilbronn, *Bavière*.
KIRCHHOFF (Gustave-Robert), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
JOULE (James-Prescott), à Manchester, *Angleterre*.
ANGSTRÖM (A.-J.), à Upsal, *Suède*.
BILLET (F.), à Dijon, *Côte-d'Or*.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade*.
MALAGUTI (Faustinus-Jovita-Marianus) (O. ✻), à Rennes, *Ille-et-Vilaine*.
HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Londres, *Angleterre*.
FAVRE (Pierre-Antoine) ✻, à Marseille, *Bouches-du-Rhône*.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève, *Suisse*.
FRANKLAND (Edward), à Londres, *Angleterre*.
DESSAIGNES (Victor), à Vendôme, *Loir-et-Cher*.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres, *Angleterre*.
ZININ (Nicolas), à Saint-Pétersbourg, *Russie*.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

OMALIUS D'HALLOY (Jean-Baptiste-Julien D'), à Halloy, près de Ciney, *Belgique*.
SEDGWICK (Adam), à Cambridge, *Angleterre*.
LYELL (Sir Charles), à Londres, *Angleterre*.
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻), à Villemoisson, *Seine-et-Oise*.
MILLER (William HALLOWES), à Cambridge, *Angleterre*.
LEYMERIE (Alexandre-Félix-Gustave-Achille) ✻, à Toulouse.
N. . . . .
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

LESTIBOUDOIS (Gaspard-Thémistocle) ✻, à Lille, *Nord.*
CANDOLLE (Alphonse DE) ✻, à Genève, *Suisse.*
SCHIMPER (Guillaume-Philippe) ✻, à Strasbourg.
THURET (Gustave-Adolphe), à Antibes, *Var.*
BRAUN (Alexandre), à Berlin, *Prusse.*
HOFMEISTER (Friedrich-Wilhelm), à Heidelberg, *Grand-Duché de Bade.*
HOOKER (Jos. Dalton), à Kew, *Angleterre.*
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin, *Prusse.*
PLANCHON (Jules-Émile), à Montpellier, *Hérault.*
WEDDELL (Hugues-Algernon) ✻, à Poitiers, *Vienne.*

Section IX. — *Économie rurale* (10).

GIRARDIN (Jean-Pierre-Louis) (O. ✻), à Rouen, *Seine-Inférieure.*
KUHLMANN (Charles-Frédéric) (C. ✻), à Lille, *Nord.*
PIERRE (Isidore) ✻, à Caen, *Calvados.*
CHEVANDIER DE VALDRÔME (Eugène-Jean-Pierre-Napoléon) (O. ✻), à Cirey-les-Forges, *Meurthe-et-Moselle.*
REISET (Jules) (O. ✻), à Écorchebœuf, *Seine-Inférieure.*
MARTINS (Charles-Frédéric) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
VIBRAYE (le Marquis Guillaume-Marie-Paul-Louis HURAULT DE), à Cheverny, *Loir-et-Cher.*
VERGNETTE-LAMOTTE (le Vicomte Gérard-Élisabeth-Alfred DE), à Beaune, *Côte-d'Or.*
MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
CORNALIA (Émile-Balthazar-Marie), à Milan, *Italie.*

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

DE BAER, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
GERVAIS (François-Louis-Paul) ✻, à Montpellier, *Hérault.*
VAN BENEDEN (Pierre-Joseph), à Louvain, *Belgique.*
DE SIEBOLD (Charles-Théodore-Ernest), à Munich, *Bavière.*
BRANDT, à Saint-Pétersbourg, *Russie.*
LOVÉN, à Stockholm, *Suède.*
MULSANT (Étienne), à Lyon, *Rhône.*
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague, *Danemark.*
DANA (James-Dwight), à New-Haven, *États-Unis.*
CARPENTER (Guillaume-Benjamin), à Londres, *Angleterre.*

Section XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

Virchow (Rodolphe de), à Berlin, *Prusse.*
Bouisson (Étienne-Frédéric) ✵, à Montpellier, *Hérault.*
Ehrmann (Charles-Henri) (O. ✵), à Strasbourg, *Bas-Rhin.*
Gintrac (Élie) (O. ✵), à Bordeaux, *Gironde.*
Rokitanski, à Vienne, *Autriche.*
Lebert (Hermann) (O. ✵), à Breslau, *Silésie.*
N. . . . .
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

Chasles,
Decaisne,
Et les Membres composant le Bureau.

Conservateur des Collections de l'Académie des Sciences.

Becquerel.

Changements survenus dans le cours de l'année 1873.

(*Voir* à la page 16 de ce volume.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 JANVIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1874, lequel doit être choisi, cette année, parmi les Membres de l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Fremy obtient.	25 suffrages.
M. Balard.	20 »
M. Peligot	2 »

M. Fremy, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Chasles obtient.	41 suffrages.
M. Decaisne.	39 »
MM. Chevreul, Morin, chacun . .	2 »
M. Mathieu	1 »

MM. Chasles et **Decaisne**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

Conformément au Règlement, le Président sortant de fonctions doit, avant de quitter le Bureau, faire connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements arrivés parmi les Membres et les Correspondants de l'Académie dans le cours de l'année.

M. DE QUATREFAGES donne à cet égard les renseignements suivants :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1874.

Volumes publiés.

« *Comptes rendus de l'Académie.* — Le tome LXXIV (1er semestre 1872), et le tome LXXV (2e semestre 1872) ont paru avec leur Table.

» Les numéros ont été mis en distribution chaque semaine avec la régularité habituelle.

» *Mémoires de l'Académie.* — Le tome XXXVIII a été distribué au mois de juillet.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Le tome XXXIX, réservé par l'Académie au Mémoire de M. Chevreul, est divisé en deux parties :

La première a douze feuilles tirées; elles renferment des recherches chimiques sur la teinture.

La deuxième a treize feuilles tirées; elles sont consacrées au Mémoire intitulé : « D'une erreur de raisonnement très-fréquente dans les sciences du ressort de la philosophie naturelle ».

L'imprimerie a épuisé sa copie.

Le tome XL, qui doit être composé de travaux portant une pagination séparée et un numéro d'ordre, renferme :

1° Le Mémoire de M. Dupuy de Lôme sur l'aérostat à hélice; il forme neuf feuilles accompagnées de neuf planches avec texte explicatif;

2° Le Mémoire de M. Edm. Becquerel, sur l'analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents; il a cinq feuilles;

3° Le Mémoire de M. Becquerel père, sur le mode d'intervention de l'eau et sur les forces électromotrices dans les actions chimiques, etc.

Ce dernier travail, qui formera environ huit feuilles, est en correction.

Le tome XLI est réservé aux Communications scientifiques faites à la Commission du passage de Vénus. Ce volume sera divisé en deux parties :

la première est actuellement terminée et forme cinquante-six feuilles. Elle renferme les travaux de MM. Delaunay, Wolf et André, Faye, E. Laugier, Puiseux, Laussedat, Pàris, A. Cornu, Wolf et Martin, Janssen, Fizeau, Wolf, Yvon Villarceau et Wolf. On y trouve également les pièces officielles relatives à la question.

Mémoires des Savants étrangers. — Le tome XXI a soixante-dix-huit feuilles tirées.

Les feuilles 1 à 33 contiennent le Mémoire de M. Van Tieghem sur la structure du pistil et du fruit. Les seize planches qui accompagnent ce travail sont tirées. Les feuilles 33 à 49 sont réservées au Mémoire de M. Puiseux sur l'accélération séculaire du mouvement de la Lune.

Viennent après les Mémoires de M. Graeff sur la théorie du mouvement des eaux et sur l'influence que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire.

Ces travaux sont renfermés dans les feuilles 50 à 78. La dernière feuille est en bon à tirer.

Viendront ensuite : 1° le Mémoire de M. Bouquet sur les intégrales ultra-elliptiques; 2° le Mémoire de M. Tresca sur le rabotage des métaux. Les planches de ce dernier travail sont à la gravure.

Le tome XXII est imprimé dans la même forme que le tome XL des Mémoires de l'Académie. Le Mémoire n° 1 est celui de M. Gruner sur le dédoublement de l'oxyde de carbone. Il est composé de neuf feuilles.

Le Mémoire n° 2 est de M. Massieu, il est intitulé : « Sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs », et forme douze feuilles. Le Mémoire de MM. F. Lucas et A. Cazin, sur la durée de l'étincelle électrique, est imprimé sous le n° 3, et forme sept feuilles qui sont accompagnées d'une planche.

Le Mémoire n° 4 est de M. F. Lucas. Il porte pour titre : « Théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes », et forme cinq feuilles et demie. On a compris sous les n°s 5 et 6 les recherches de MM. Duclaux et Maxime Cornu sur le *Phylloxera vastatrix*. Le premier de ces Mémoires forme sept feuilles avec huit planches, le second six feuilles, accompagnées de trois planches.

Le Mémoire n° 7 est de M. Bertin; il a pour titre : « Sur un transport-écurie », et a sept feuilles et deux planches. Le Mémoire n° 8 a pour auteur M. Renault; il est intitulé : « Étude du *Sigillaria spinulosa* », et formera environ cinq feuilles. Les six planches qui accompagnent ce travail sont gravées.

Viendront après : 1° les Études de M. Faucon sur le Phylloxera; 2° la suite des recherches de M. Maxime Cornu sur le Phylloxera : plusieurs planches sont à la gravure; 3° le Mémoire de M. Bertin, sur la résistance des carènes; 4° le Mémoire de M. Fouqué, intitulé : « Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin »; 5° le Mémoire de M. Mannheim sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions.

Changements arrivés parmi les Membres depuis le 1er janvier 1873.

Membres décédés.

« *Section de Mécanique* : M. le baron **Ch. Dupin**, le 18 janvier.

» *Section de Botanique* : M. **Gay**, le 29 novembre.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. **Coste**, le 19 septembre.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. **Nélaton**, le 21 septembre.

» *Académiciens libres* : M. **de Verneuil**, le 29 mai; M. **A. Passy**, le 8 octobre.

» *Associés étrangers* : M. le baron **de Liebig**, le 18 avril; M. **de la Rive**, le 27 novembre.

Membres élus.

» *Section de Mécanique* : M. **Resal**, le 2 juin, en remplacement de M. le baron **Dupin**, décédé.

» *Section d'Astronomie* : M. **Janssen**, le 10 février, en remplacement de M. **E. Laugier**, décédé; M. **Lœwy**, le 7 avril, en remplacement de M. **Delaunay**, décédé.

» *Section de Physique* : M. **Berthelot**, le 3 mars, en remplacement de M. **Duhamel**, décédé; M. **Desains**, le 12 mai, en remplacement de M. **Babinet**, décédé.

» *Académiciens libres* : M. **Cosson**, le 31 mars, en remplacement de M. le maréchal **Vaillant**, décédé; M. **de la Gournerie**, le 19 mai, en remplacement de M. le comte **Jaubert**, démissionnaire; M. **de Lesseps**, le 21 juillet, en remplacement de M. **de Verneuil**, décédé.

» *Associé étranger* : Sir **Ch. Wheatstone**, le 30 juin, en remplacement de M. le baron **de Liebig**, décédé.

Membres à remplacer.

» *Section de Botanique* : M. **Gay**, décédé le 29 novembre.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. **Coste**, décédé le 19 septembre.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. **Nélaton**, décédé le 21 septembre.

» *Académicien libre* : M. **A. Passy**, décédé le 8 octobre.

» *Associés étrangers* : M. **de la Rive**, décédé le 27 novembre. »

Après avoir donné les renseignements qui précèdent, M. **de Quatrefages** ajoute :

« L'annonce de la mort de M. Agassiz n'est parvenue en Europe que par une dépêche télégraphique que le Bureau de l'Académie aurait été bien heureux de voir reconnue pour être mensongère. Voilà pourquoi il n'a pas encore été question dans nos séances de ce douloureux événement. La première annonce n'a pas été confirmée, mais elle n'a pas non plus été démentie; tout nous fait donc craindre qu'elle n'ait été que trop fondée, et je ne voudrais pas quitter ce fauteuil sans avoir exprimé la douleur bien vive que cause à tous les hommes de science la perte d'un savant dont la vie a été si bien remplie et si glorieuse. »

Changements arrivés parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1873.

Correspondants décédés.

» *Section de Mécanique* : M. **Burdin**, à Clermont-Ferrand, le 12 novembre.

» *Section de Physique* : M. **Hansteen**, à Christiania, le 15 avril.

» *Section de Minéralogie* : M. **Rose**, à Berlin, le 15 juillet; M. **Naumann**, à Leipzig, le 4 décembre.

Correspondant nommé Associé étranger.

» *Section de Physique* : Sir **Ch. Wheatstone**, à Londres, élu Associé étranger le 30 juin.

Correspondants élus.

» *Section de Mécanique* : M. **Didion**, à Nancy, le 21 avril, en remplacement de M. **Moseley**, décédé.

» *Section d'Astronomie* : M. N. LOCKYER, à Londres, le 29 décembre, en remplacement de M. ENCKE, décédé; M. ROCHE, à Montpellier, le 29 décembre, en remplacement de M. l'amiral SMYTH, décédé.

» *Section de Physique* : M. ANGSTRÖM, à Upsal, le 22 décembre, en remplacement de M. HANSTEEN, décédé; M. BILLET, à Dijon, le 22 décembre, en remplacement de sir CH. WHEATSTONE, nommé Associé étranger.

» *Section de Chimie* : M. WILLIAMSON, à Londres, le 24 novembre, en remplacement de M. BÉRARD, décédé; M. ZININ, à Saint-Pétersbourg, le 24 novembre, en remplacement de M. GRAHAM, décédé.

» *Section de Minéralogie* : M. LEYMERIE, à Toulouse, le 21 avril, en remplacement de M. HAIDINGER, décédé.

» *Section d'Anatomie et Zoologie* : M. MULSANT, à Lyon, le 14 avril, en remplacement de M. QUOY, décédé; M. STEENSTRUP, à Copenhague, le 7 juillet, en remplacement de M. AGASSIZ, élu Associé étranger; M. DANA, à New-Haven, le 7 juillet, en remplacement de M. PICTET, décédé; M. CARPENTER, à Londres, le 7 juillet, en remplacement de M. POUCHET, décédé.

Correspondants à remplacer.

» *Section de Mécanique* : M. BURDIN, à Clermont-Ferrand, décédé le 12 novembre 1873.

» *Section d'Astronomie* : M. PETIT, à Toulouse, décédé le 27 novembre 1865; M. VALZ, à Marseille, décédé le 22 février 1867; M. AIRY, à Greenwich, élu Associé étranger le 26 février 1873.

» *Section de Géographie et Navigation* : M. DE WRANGEL, à Saint-Pétersbourg, décédé le.... 1870.

» *Section de Minéralogie* : M. ROSE, à Berlin, décédé le 15 juillet 1873; M. NAUMANN, à Leipzig, décédé le 4 décembre 1873.

» *Section de Médecine et Chirurgie* : M. GUYON, à Alger, décédé le 23 août 1870; M. SÉDILLOT, à Strasbourg, élu Membre de l'Académie, le 24 juin 1872.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MAGNÉTISME. — *Sur la conductibilité des tensions magnétiques.* Note de M. J. JAMIN.

« On a imaginé le mot de *force coercitive* pour exprimer la différence entre le fer et l'acier. On définit cette force : la difficulté qu'on éprouve à aimanter le métal et la résistance qu'il oppose aux causes de désaimantation. Cela est vague et ne repose sur aucune expérience définie : revenons aux faits.

» Je prends une bobine horizontale composée de 400 tours d'un fil de cuivre de 2 millimètres de diamètre ; elle a 15 centimètres de longueur. J'y fais passer un courant de 20 éléments Bunsen ; je place à l'intérieur un noyau prismatique de fer doux, de même longueur qu'elle, qui devient un électro-aimant énergique et prend, par exemple, un magnétisme austral à son extrémité antérieure. J'en approche peu à peu des barres horizontales de fer, de 20 millimètres de côté : elles subissent l'induction magnétique, suivant les conditions connues, prennent une tension contraire ou boréale à la partie voisine, une tension de même signe ou australe au bout le plus éloigné. Il y a une ligne moyenne toujours placée entre le milieu et le noyau de fer doux ; elle se rapproche de ce noyau en même temps que la barre elle-même, et enfin disparaît quand cette barre est mise en contact avec l'électro-aimant de manière à prolonger sa surface. A ce moment, la tension boréale s'est concentrée tout entière sur la face de contact, dissimulée par un magnétisme égal accumulé sur le noyau. Il ne reste qu'une tension australe prolongée de ce noyau à tous les points de cette barre.

» Or il faut remarquer deux choses essentielles : 1° la tension, mesurée par la force d'arrachement d'un contact d'épreuve, est toujours la même des deux côtés de la face de contact, d'une part sur le noyau, de l'autre sur la barre. Il y a donc équilibre magnétique sans différence, ou chute entre les deux métaux ; 2° la tension australe se continue le long de la barre jusqu'à son extrémité libre, presque sans diminution d'intensité, si elle ne dépasse pas 85 centimètres.

» On voit par là que le fer doux possède la double propriété de se mettre en équilibre de tension avec un aimant qu'il touche, et de propager cette tension à travers sa substance jusqu'à de grandes distances : c'est là son ca-

ractère essentiel qu'on peut exprimer d'un mot, en disant qu'il est *conducteur des tensions magnétiques.*

» La distribution de ces tensions est variable avec la forme et l'étendue des barres. Elle suit une loi très-simple quand elles sont infinies en longueur et qu'on les enfonce par un bout dans la bobine que j'ai décrite. Il est naturel de supposer que, dans ce cas, la tension de chaque tranche infiniment mince est une fraction constante de la tranche précédente, ce qui conduit immédiatement à la formule

$$I = \frac{M}{a^x}.$$

» Les expériences destinées à vérifier cette formule ont été faites avec trois barres du même fer bien doux, de 2 mètres de longueur, de section carrée dont les côtés sont de 20, 15, 10 millimètres. J'ai mesuré les tensions de décimètre en décimètre, à partir de la face interne de la bobine. Leurs rapports égaux à *a* sont inscrits dans le tableau suivant : ils sont constants.

Fer (barres infinies).

Distances en décimètres.	Barre de 20mm.		Barre de 15mm.		Barre de 10mm.	
	Tension.	*a*.	Tension.	*a*.	Tension.	*a*.
0........	143,4	1,50	110,2	1,50	70,0	1,57
0,5.....	113,5	1,39	89,5	1,46	54,5	1,42
1,0.....	94,6	1,35	73,4	1,38	44,3	1,31
1,5.....	81,7	1,33	61,2	1,33	38,2	1,33
2,0.....	70,2	1,31	»	»	33,7	1,29
2,5.....	61,3	1,29	45,7	1,40	29,0	1,34
3,0.....	53,3	1,31	»	»	26,2	1,31
3,5.....	47,6	1,31	32,6	1,38	21,5	1,20
4,0.....	40,8	1,25	»	»	»	»
4,5.....	36,2	1,26	23,7	1,35	18,0	1,28
5,0.....	32,7	1,26	»	»	»	»
5,5.....	29,8	1,25	17,5	1,34	14,0	1,40
6,5.....	23,8	1,31	13,0	1,30	10,0	»
7,5.....	18,2	1,18	10,0	1,25	»	»
8,5.....	15,8	1,37	8,0	1,50	»	»
9,5.....	12,3	1,12	5,3	1,26	»	»
10,5.....	10,5	1,21	4,2	»	»	»
11,5.....	8,7	1,34	»	»	»	»
12,5.....	6,5	1,41	»	»	»	»
13,5.....	4,6	1,31	»	»	»	»
14,5.....	3,2	1,37	»	»	»	»
15,5.....	2,3	1,28	»	»	»	»
16,5.....	1,8	»	»	»	»	»

» Les nombres trouvés n'éprouvent aucun changement notable quand on enfonce la barre jusqu'à dépasser la bobine de 10, 20, 30 centimètres, ce qui prouve que la quantité de magnétisme développée est invariable.

» Le rapport a est toujours un peu plus grand sur les points voisins de la bobine que pour les autres. J'attribue cette perturbation non à l'inexactitude de la loi, mais à l'action de la bobine qui agit directement sur les parties de la barre rapprochées d'elle et ajoute son action à celle des points antérieurs de cette barre elle-même.

» Ce rapport est le même et égal à 1,312 pour les trois barres de fer étudiées. Cela veut dire qu'un même métal transmet d'une tranche à celle qui la suit une fraction de son magnétisme qui dépend de sa nature, mais ne dépend point de sa section : ce qui pouvait être prévu; car si la section devient double, elle peut se décomposer en deux moitiés agissant chacune comme une surface simple, et le rapport en question ne varie point.

» Mais, si a est indépendant de la section, il n'en est pas de même de M. Pour $x = 0$ les tableaux suivants donnent :

Largeur des barres.	M.	Rapport des largeurs.	Rapport de M.
20..........	143,4	2,00	2,05
15..........	110,2	1,50	1,50
10..........	70,0	1,00	1,00

Pour une intensité donnée de courant, M est donc proportionnel au côté b de la barre; il serait égal à 7, si ce côté était égal à 1 millimètre. On aura en général

$$I = 7 \frac{b}{(1,312)^x}.$$

» Cette formule s'applique à toutes les barres de fer; elle représente pour toutes une courbe unique; seulement l'ordonnée à l'origine varie avec le côté b et lui est proportionnelle.

» Examinons maintenant l'acier. J'ai étudié trois échantillons : le premier, peu carburé, provenant de Niederbronn, n'avait pas été trempé; le deuxième, de même composition, avait été trempé au rouge sans être devenu très-dur; le troisième enfin est un acier fondu très-riche, martelé et reaimenté de nouveau. Il m'a été remis par M. Dalifol, que je ne puis assez remercier pour l'aide qu'il veut bien me prêter.

» Quand on approche un de ces barreaux d'un électro-aimant jusqu'au contact, il en subit l'influence comme le fer, avec cette différence, que l'action est moins vive et qu'au contact il a toujours une tension plus faible

que celle du noyau. Il y a une différence, une chute, d'autant plus grande que l'acier est plus riche et plus dur.

» Si nous étudions ensuite les courbes des tensions en divers points de ces barres, plongées par un bout dans la bobine, elles satisfont à la même formule $I = \frac{M}{a^x}$; mais : 1° M est d'autant moindre; 2° *a* est d'autant plus grand que l'acier est plus riche et mieux trempé, d'où il suit que les courbes s'abaissent de plus en plus et se prolongent de moins en moins.

Distances. en décimètres.	Niederbronn non trempé. Tension.	*a*	Niederbronn trempé. Tension.	*a*	Distances. en décimètres.	Acier de M. Dalifol trempé. Tension.	$a^{\frac{1}{5}}$.
0 ...	109,3	1,56	240,6	2,61	0,0...	93,5	2,21
0,5...	90,2	1,68	143,7	2,28	0,2...	42,3	1,95
1,0...	70,0	1,66	92,0	2,08	0,4...	21,7	1,94
1,5...	53,7	1,71	63,0	2,02	0,6...	11,2	1,77
2,0...	42,2	1,71	44,2	2,08	0,8...	6,3	1,85
2,5...	31,3	1,60	31,2	1,93	1,0...	3,4	2,26
3,0...	24,6	1,73	21,3	2,24	1,2...	1,5	»
3,5...	19,5	1,65	16,2	3,11	»	»	»
4,0...	14,2	1,47	9,5	2,71	»	»	»
4,5...	11,8	1,90	5,2	»	»	»	»
5,0...	9,7	1,86	3,5	»	»	»	»
5,5...	6,2	1,44	»	»	»	»	»
6,0...	5,2	»	»	»	»	»	»
6,5...	4,3	»	»	»	»	»	»

» Ce sont ces propriétés que le mot de *force coercitive* est censé expliquer; il me semble qu'on peut les résumer d'une manière à la fois plus simple et plus claire, en disant que le fer doux est bon conducteur des tensions magnétiques et que l'acier l'est d'autant moins qu'il est plus dur.

» On va confirmer et compléter cette idée en étudiant ce qui se passe quand on éloigne ces barres de l'électro-aimant. Avant la séparation, elles avaient à la surface de contact une polarité boréale dissimulée par une quantité égale de magnétisme contraire placé en regard sur le noyau; elles avaient, en outre, la longue courbe de tensions australes que nous venons d'étudier. Aussitôt que l'action séparatrice de l'aimant cesse, ces magnétismes se réunissent, autant que le permet la conductibilité du métal, en totalité si c'est du fer, en partie si c'est de l'acier, et, dans ce cas, il reste : 1° à l'extrémité, un pôle boréal très-fort, accusé par une épaisse chevelure dans la limaille de fer; 2° une plage voisine, où les tensions les plus

rapprochées se sont recombinées, et une ligne moyenne d'autant plus près que la conductibilité est moindre; 3° et, s'étendant jusqu'aux limites de la courbe des tensions premières, une polarité australe très-prolongée, très-étalée et, par conséquent, à peine appréciable en chaque point; 4° enfin l'extrémité opposée est absolument à l'état naturel. L'Académie a sous les yeux un exemple de cette singulière aimantation; quant à la ligne moyenne, elle est à 25, 10, 3 centimètres de l'extrémité pour les trois aciers employés précédemment.

» Je propose donc de renoncer au mot de force coercitive et de le remplacer par l'idée de conductibilité qui, grande ou faible, constitue la propriété essentielle du fer et de l'acier et explique tous leurs effets. C'est parce qu'il est conducteur que le fer prend et perd le magnétisme aussitôt qu'une cause extérieure intervient ou cesse; c'est pour la même raison qu'il transporte à travers un contact les tensions opposées de deux pôles et qu'il ramène l'aimant à la neutralité; c'est encore pour cela qu'il sert, au moyen d'armatures soigneusement appliquées, à réunir et à transporter, sur des masses polaires voisines, le magnétisme épars sur les surfaces des aimants naturels. C'est au contraire à cause de son peu de conductibilité que l'acier retient séparées les tensions contraires aux extrémités d'un barreau et d'autant plus puissantes qu'il est plus long. On explique de même la nécessité des frictions dans l'aimantation afin d'agir sur chaque point et de suppléer à la conductibilité qui manque, l'impossibilité de faire des contacts avec l'acier, et enfin la différence de tension qui se maintient entre ce métal et un aimant qu'il touche.

» Comme conséquence et comme exemple de ces idées, je soumets à l'Académie le singulier aimant que voici : c'est une barre de l'acier très-peu conducteur de M. Dalifol, étudié précédemment; elle a 60 millimètres de largeur, 12 d'épaisseur, et 300 de longueur, mais cette longueur est indifférente. On peut aimanter cette barre latitudinalement, c'est-à-dire créer deux pôles opposés sur les tranches de 12 millimètres, et avoir une ligne moyenne, parallèle à la longueur, sur le milieu de la face large. Le magnétisme des deux tranches est franchement accusé dans la limaille de fer. Ce résultat ne peut être atteint que par suite du peu de conductibilité du métal qui maintient les tensions séparées à une aussi petite distance et dans un sens aussi inhabituel.

» A la vérité ces tensions sont très-faibles, à peine égales à 6 grammes, en chaque point avec le contact d'épreuve; mais comme elles sont réparties sur une grande surface, elles représentent une somme considérable de

magnétisme; seulement il faut le recueillir. Pour cela, on applique deux armatures de fer doux, exactement rodées, qui le conduisent où l'on veut, par exemple à leur extrémité, quand on y applique un contact. On est alors étonné de voir un aimant si faible en chaque point avoir une force portative qui surpasse 20 kilogrammes. La quantité tient lieu de tension. Cet appareil est un exemple des applications qu'on peut faire : 1° du peu de conductibilité des aciers; 2° de la grande conductibilité du fer doux. »

ZOOLOGIE. — *Sur une forme nouvelle et simple du pro-embryon des Échinodermes* (Stellérides, *Asteriscus verruculatus*, M. et T.). Note de M. **H. de Lacaze-Duthiers**.

« On sait combien les formes des premiers états embryonnaires des Échinodermes sont loin de ressembler non-seulement aux formes définitives qu'ils auront, mais même à celles qui indiquent et montrent les premières ébauches d'un Radiaire. L'embryogénie des Oursins, des Étoiles de mer proprement dites, des Ophiures, des Holothuries a donné lieu aux observations les plus inattendues et dévoilé une série de métamorphoses toute nouvelle, en dehors des faits connus dans la science. Mon intention ne peut être de rappeler ici des faits aujourd'hui bien connus et parfaitement établis. Je désire seulement appeler l'attention de l'Académie et des zoologistes qui se préoccupent de l'évolution des êtres sur une forme n'ayant pas, je crois, été indiquée encore.

» Les embryons des Astéries ont été bien étudiés. Connus sous le nom de *Brachiolaires*, ils peuvent être représentés par un petit corps plus ou moins allongé, offrant sur ses côtés et à ses deux extrémités des appendices ou bras longs, grêles, contractiles, nombreux, dont l'apparence a justement conduit au nom rappelé.

» M. Alexandre Agassiz doit être cité comme l'un des auteurs ayant le mieux étudié l'embryogénie des Stellérides. Dans son travail sur le développement de l'Astéracanthion, il nous montre les *Brachiolaires* de cette espèce sous des formes variées, en partant de l'œuf qu'il a fécondé artificiellement, et suivis d'une part jusqu'aux Brachiolaires perdant leurs bras; d'autre part, jusqu'au petit disque radié, origine de l'Étoile de mer. Je cite ce travail, parce qu'il ne peut laisser le moindre doute sur la forme particulière si bien nommée et si bien décrite.

» Jusqu'ici, je le crois du moins, toutes les larves ayant fait l'objet des

études ont montré un caractère constant; elles jouissent d'une liberté de mouvement assez grande, car presque toutes sont actives et capables de nager; elles ne sont point sédentaires; les dessins comme les descriptions en font foi. Les bandes et les épaulettes vibratiles, comme on les a appelées, formant leurs appareils locomoteurs, sont décrites avec soin par les auteurs.

» Sur une espèce qui vit dans les mers de nos côtes, aussi bien de la Méditerranée que de l'Océan, des observations m'ont conduit à un résultat un peu différent et qui me paraît aussi intéressant que curieux. Quand on considère la parenté très-grande de l'*Asteriscus verruculatus* avec les Étoiles de mer proprement dites, on peut supposer que les premières formes embryonnaires doivent être celles d'un Brachiolaire d'Astéracanthion ou autre Stelléride. Est-ce une telle supposition qui a fait laisser de côté l'embryogénie de notre espèce? Cela peut être; car, en jugeant par analogie, il devait paraître peu utile ou intéressant de chercher à suivre un développement que tout devait faire croire semblable, sinon identique, à celui qui était bien connu.

» Une autre raison me paraît encore avoir fait négliger l'embryogénie de l'*Asteriscus :* le plus ordinairement on a pêché à la surface de la mer les embryons ciliés et nageurs des Oursins, des Holothuries, des Ophiures. Ce mode d'observation n'est point praticable dans le cas présent, comme on va le voir, car les naturalistes ne pouvaient, en agissant comme ils l'ont fait, rencontrer l'embryon qui nous occupe.

» Je cherchais des Mollusques nudibranches qui se cachent, on le sait, le plus souvent sous les corps sous-marins. En retournant des pierres, je rencontrai de petits amas de globules d'un jaune orangé intense que je ne connaissais point, et, par simple curiosité, je les recueillis pour les suivre et m'assurer de leur nature. Je fus frappé de leur adhérence au-dessous des pierres; ils étaient fixés, mais isolés, quoique très-près les uns des autres. J'en détruisis beaucoup pour en avoir quelques-uns. Ce n'étaient point des œufs de Mollusques, car ils n'étaient pas enfermés dans une matière plus ou moins dense, comme c'est l'habitude pour ces animaux; ils étaient irrégulièrement disséminés comme l'eussent été des œufs de Poissons auxquels ils ressemblaient par leur forme et leur disposition, mais dont ils différaient aussi par leur opacité.

» En les observant, je vis sortir d'une coque transparente et très-mince un être d'apparence amœboïde, qui acquit bientôt une forme déterminée fort singulière.

» La partie la plus colorée était la moins changeante de forme : elle était sphérique et portait à l'un de ses pôles une sorte de croissant dont les extrémités mousses jouissaient de la propriété de se fixer et d'adhérer aux corps environnants.

» Je n'avais jamais vu d'êtres semblables ; je résolus de les suivre, ce qui me fut rendu possible, car ils vivaient sans trop de difficulté dans mes appareils ; la faculté dont ils jouissaient de se fixer au fond des vases aidait beaucoup l'entretien de l'eau fraîche, et cette condition permettait aussi de les apporter facilement sous le microscope et de pouvoir observer non-seulement des individus à des états divers de développement, mais encore le même individu dont on pouvait ainsi constater jour par jour les progrès.

» En peu de temps les cornes du croissant s'allongèrent beaucoup sans jamais s'effiler à leur extrémité, et tandis que la partie globuleuse, le corps du jeune animal, restait d'un beau jaune orangé, opaque, et ne s'accroissait que peu ; elles devenaient transparentes par suite du peu de matière colorante contenue dans leurs tissus et de la formation d'une vaste cavité dans leur intérieur.

» En quelques jours, le jeune animal devint très-bizarre, aussi bien par sa forme que par ses mouvements. Son croissant, fortement allongé et courbé, représentait deux bras fort mobiles, à convexité attachée à la masse globuleuse du corps, se tordant dans un sens ou dans l'autre, tantôt adhérant aux corps voisins, tantôt libres. On avait alors sous les yeux de petits êtres semblables à des gymnastes qui, se tenant tantôt par l'une, tantôt par l'autre, tantôt par les deux mains, se balancent en tous sens, prennent des poses et des attitudes diverses, en changeant la direction de l'axe de leurs corps par rapport à la position de leur point d'appui.

» Ces embryons se meuvent beaucoup plus en faisant adhérer leurs extrémités brachiales et en contractant leurs bras que par l'action des cils vibratils très-fins qui couvrent leurs corps. Ils n'ont jamais cette activité que tous les naturalistes ont observée chez les embryons nageurs, qui ont des cils vibratils disposés de façon à constituer des organes locomoteurs. Dès les premiers moments, après la sortie de l'œuf, les mouvements sont lents et obscurs, presque amœboïdes, sans cependant que la forme générale du corps en soit altérée. Les jeunes se traînent sur le fond des vases, ou bien les arpentent en faisant adhérer alternativement l'une ou l'autre de leurs extrémités brachiales. Si on les détache du corps auquel ils adhèrent, on les voit tourner lentement sur eux-mêmes, puis se fixer de nouveau et recommencer

leurs exercices gymnastiques. Sans difficulté j'ai pu observer ces jeunes animaux jusqu'à leur entière transformation en *Asteriscus*, et m'assurer que leur activité n'est jamais telle qu'on puisse les considérer comme nageurs. Ils ne doivent donc pas abandonner de bonne heure la pierre sur laquelle leur mère déposa les œufs d'où ils naquirent, et leur vie relativement sédentaire s'ajoute aux raisons précédemment données pour expliquer la cause de l'oubli où ils sont restés jusqu'ici.

» Lorsqu'après quelques jours de durée de la forme singulière qui vient d'être indiquée je vis apparaître les premières traces de l'être radiaire, je compris immédiatement que j'avais sous les yeux un ÉCHINODERME; mais lequel était-il? La connaissance de la faune des lieux où j'observais me conduisit à penser à l'*Asteriscus*, et je cherchai à instituer les expériences nécessaires pour voir pondre cet animal et pour élever ses jeunes. Il me suffira de dire que j'ai eu de nombreuses pontes, que j'ai vu la fécondation s'accomplir dans mes cuvettes où les mâles avaient spermatisé; que fractionnement et premières périodes de l'évolution ont été étudiés; qu'enfin j'ai pu constater la formation, d'une part, de ce que j'appelle le *pro-embryon*, en empruntant une expression très-juste aux botanistes; d'autre part, la jeune Étoile de mer; qu'en second lieu, dans une autre série de recherches, j'ai trouvé à la mer des *Asteriscus* pondant; que j'ai recueilli leurs œufs en voie de développement, et que j'ai suivi les embryons nés à la mer parallèlement à ceux qui étaient nés dans mes appareils. Il me sera donc possible, dans un travail détaillé, de faire connaître l'évolution complète de l'*Asteriscus;* mais pour aujourd'hui, laissant de côté les changements et les modifications qui surviennent dans ce pro-embryon et conduisent à la forme adulte, je me borne à indiquer quelques points particuliers de l'histoire intéressante de cet animal.

» Entre l'Astéracanthion et l'*Asteriscus*, la parenté est proche, et cependant quelle différence entre le *Brachiolaria* du premier genre et le pro-embryon du second. Dans celui-ci, un orifice se trouve dans la concavité du croissant à l'opposé du point où s'attache la masse globuleuse du corps, du côté de la convexité des bras. Il n'y a que deux appendices auxquels on puisse donner, quoiqu'ils soient relativement peu développés, le nom de *bras*. Dans l'autre, on trouve un bras impair et médian à chacune des deux extrémités du corps; mais on en trouve aussi deux paires sur la partie du corps placée au-dessus de la bouche, et deux paires sur la partie opposée du corps; enfin il y a aussi les bras brachiolaires, comme les appelle M. Alexandre Agassiz. Pour trouver une homologie entre ces deux pro-

embryons, il faut admettre que l'un d'eux n'a aucun des bras symétriques latéraux, qu'il n'a que les deux bras impairs médians, l'un supérieur, l'autre inférieur, et que la grande échancrure de son croissant correspond à l'échancrure antérieure buccale de l'autre; il faut encore admettre que la masse centrale constituant le corps du Brachiolaire s'isole des bras et forme une masse globuleuse à l'arrière des deux bras impairs arrivés au contact et séparés par l'orifice central. Sans doute avec ces suppressions et ces changements de rapports on peut arriver à un Brachiolaire très-réduit, fort peu développé dans la partie brachiale; mais on est au moins obligé de convenir que l'apparence des deux êtres est en somme extrêmement différente.

» Voyons maintenant comment apparaît l'Étoile de mer.

» Une chose frappe vivement quand on considère l'évolution de l'Échinoderme, c'est que l'être sortant de l'œuf, le pro-embryon, celui qui précède la venue de l'Oursin, de l'Étoile ou de l'Ophiure, est un être à symétrie bilatérale parfaite, tandis que celui auquel il fait place est un être nouveau à symétrie radiaire également parfaite. La différence entre les deux est si grande, que d'abord on n'a su voir, dans un *Pluteus*, un *Auricularia* ou un *Brachiolaria*, l'embryon d'un Échinoderme, et que l'on a été primitivement conduit à imposer ces noms nouveaux de genre à ces pro-embryons dont on ne connaissait point encore les relations zoologiques. Cette différence explique aussi que ce n'est pas par la transformation des parties existantes que naîtra l'animal radiaire, mais qu'il sera créé de toutes pièces par un véritable bourgeonnement, dans un point particulier du corps du pro-embryon. Ce n'est pas sur la ligne médiane de celui-ci que se formera le jeune *Asteriscus*, c'est sur l'un de ses côtés, c'est-à-dire dans une partie entièrement indépendante du plan de symétrie bilatérale. En effet, l'on voit dans un blastème se former cinq bourgeons qui deviennent chacun l'origine ou le point de départ de l'un des rayons de l'*Asteriscus*. Ce trait suffit pour établir et justifier les homologies indiquées plus haut et rattacher complétement le développement de l'animal qui nous occupe à celui de l'Astéracanthion. On trouvera dans le Mémoire détaillé les faits relatifs à la formation des pièces calcaires, des ambulacres, des bras, etc., etc., de l'Étoile de mer dont nous ne faisons qu'esquisser ici l'embryogénie.

» Relativement au rôle et à la durée de l'existence du pro-embryon, des naturalistes se sont demandé si le jeune Échinoderme, après avoir acquis un certain développement, ne se détachait pas de l'être qui l'avait produit, et si celui-ci ne pouvait pas, une seconde fois et même davantage, produire

de nouveaux individus. Il est des observateurs qui l'ont pensé. Pour les Astéracanthions, si bien étudiés par M. A. Agassiz, la question a été résolue négativement. Le savant naturaliste américain a vu que non-seulement le jeune Astéracanthion ne se détachait pas du *Brachiolaria*, mais encore que celui-ci était absorbé, et que toute sa substance devait servir au développement et à l'accroissement de la jeune Étoile. Je ne puis que confirmer entièrement les vues du savant zoologiste américain en ce qui touche l'espèce que j'ai étudiée; car, à mesure que le disque, ayant cinq rayons et qui correspondra à la face ambulacraire de l'*Asteriscus*, s'étend, les deux bras ou extrémités des cornes du croissant du pro-embryon se flétrissent, se rapprochent de la partie médiane, autrefois placée au milieu de la courbe où est un orifice, et, perdant peu à peu la faculté de se fixer, diminuent ou disparaissent en laissant un mamelon central : c'est ce mamelon correspondant à la partie qui porte un orifice qui fait adhérer le jeune animal, par une sorte de succion, sur les corps étrangers.

» Ainsi la partie brachiale du pro-embryon s'est flétrie, mais le jeune Échinoderme ne s'est point détaché, et, plus tard, quand on trouve après une quinzaine de jours le jeune *Asteriscus*, très-reconnaissable à ses ambulacres, à ses piquants, à ses tentacules qui se forment sur deux rangées pour chaque rayon, on voit, au milieu de son disque actinial ou ambulacraire, un long pédoncule servant encore à le fixer et qui est comme une trompe buccale reconnaissable, quoique profondément modifiée, chez l'adulte.

» Quinze jours suffisent pour que les jeunes *Asteriscus* aient de cinq à sept tentacules ambulacraires à chaque rayon. L'un de ces tentacules est impair et terminal et présente un point coloré qui est l'origine des yeux.

» En résumé, l'*Asteriscus* n'échappe en aucune façon à la loi générale qui préside au développement des Échinodermes; seulement son pro-embryon est le plus simple et le plus sédentaire de tous ceux qu'on a décrits jusqu'ici.

» La grande différence qu'il présente à l'état de pro-embryon avec les larves des espèces étudiées nous montre que, avant de pouvoir d'une façon définitive établir les relations homologiques de tous les pro-embryons du groupe, il serait nécessaire de connaître encore bien des types dont le développement n'a pas été suivi. C'est pour contribuer à cette étude générale que j'ai cru utile de donner les détails qui précèdent;

car ils montrent que sur l'une des espèces les plus fréquentes, les plus faciles à se procurer, il y avait encore des choses curieuses et intéressantes à observer. »

THERMODYNAMIQUE. — *Interprétation mécanique des lois de Dulong et Petit et de Wœstyn sur les chaleurs spécifiques atomiques. Observations présentées à propos des dernières Communications de MM.* N. Lockyer, Dumas *et* Berthelot, *relatives à la nature des éléments des corps;* par M. A. **Ledieu.**

« I. *Rappel des notions fondamentales de la Thermodynamique démontrée directement.* — Appelons

$m, m', \ldots$ les masses des atomes faisant partie d'un corps pondérable;
$a, a', \ldots$ leurs vitesses vibratoires à un même moment;
g l'accélération des graves;
Φ l'énergie potentielle du corps;
I le poids du corps $= \Sigma mg$;
E l'équivalent mécanique de la chaleur.

» D'après les Notes des *Comptes rendus* des 4, 11 et 18 août 1873, extraites de notre « Théorie mécanique de la chaleur démontrée directement », théorie qui, bien entendu, n'est qu'un essai basé sur quelques conceptions nouvelles, nous considérerons, pour le cas de l'équilibre de température et de disposition intérieure de tout corps, les points suivants comme acquis :

» 1° La quantité $\Phi + \frac{\Sigma ma^2}{2}$ spécifie l'énergie calorifique totale du corps considéré exclusivement comme un agrégat d'atomes pondérables, c'est-à-dire abstraction faite de l'éther logé dans ses interstices atomiques, et que nous regardons comme un système étranger. Les atomes se groupent d'ailleurs entre eux pour former des molécules si le corps est composé; de plus, ils doivent être regardés comme des points matériels, ainsi que nous le prouvons dans l'Ouvrage précité, c'est-à-dire que la force vive due à la rotation, si elle existe, de chaque atome autour de son centre de gravité est toujours négligeable.

» 2° Au point de vue de l'équilibre vibratoire des points d'un système matériel, il est rationnel de considérer $\frac{\Sigma ma^2}{2}$ comme caractérisant la tem-

pérature absolue T du système et lui étant proportionnelle. Dès lors, si l'on appelle k un coefficient constant propre à chaque corps supposé homogène, on est toujours libre de poser $\frac{\Sigma m a^2}{2} = k\text{EIT}$.

» 3° Les corps simples, aussi bien *gazeux* que liquides ou solides, sont spécifiés dans notre théorie par la propriété que les atomes, supposés tous de même masse, décrivent des vibrations identiques et de même durée, au moins moyennement. Pour les corps composés, cette propriété appartient aux atomes de même nature et jouant respectivement le même rôle dans la molécule du composé. De plus, dans ce cas, nous admettons que les durées des vibrations non identiques sont commensurables entre elles; et le plus petit multiple commun τ de ces diverses durées forme la durée de ce que nous appelons la *vibration complexe* commune des différentes espèces d'atomes.

» 4° Dans l'hypothèse expresse où la disposition intérieure du corps, c'est-à-dire son état physique et constitutif, ne change pas, nous avons fait voir, dans les *Comptes rendus* du 11 août, que l'énergie potentielle Φ demeure constante, quelle que soit la température T. De cette propriété il résulte que la quantité Φ doit être regardée comme caractérisant la disposition intérieure du corps; dans les gaz parfaits, le travail intérieur étant toujours nul, Φ est sans cesse égal à zéro.

» 5° Groupons ensemble les forces vives de tous les atomes d'une espèce déterminée faisant partie d'un corps composé et jouant respectivement le même rôle dans les molécules de ce corps; et posons, pour chaque espèce d'atomes, $B^2 = \int_t^{t+\tau} a^2 dt$. Nous avons pareillement démontré que, d'après les hypothèses formulées en 3°, on avait

$$(\alpha) \qquad \frac{\Sigma m a^2}{2} = \frac{B^2 \Sigma m}{2} + \frac{B'^2 \Sigma m'}{2} + \ldots = k\text{EIT}.$$

» II. *Des diverses espèces de chaleurs spécifiques.* — D'après les résultats que nous venons de rappeler, et nous reportant, en outre, à l'équation (9) des *Comptes rendus* du 4 août, appliquée à la supposition où le corps est en repos d'ensemble, nous aurons la relation

$$(\beta) \qquad \theta + \text{EQ} = (\Phi_1 - \Phi) + k\text{EI}(\text{T}_1 - \text{T}).$$

La lettre θ représente le travail des forces mesurables physiquement actionnant le corps, et EQ le travail des forces calorifiques correspondant à

la quantité de chaleur Q positive ou négative qui y est appliquée (*). Ces deux travaux déterminent un changement tant de la disposition intérieure que de la température, changement caractérisé par $(\Phi_1 - \Phi)$ et $(T_1 - T)$.

» Si l'on suppose que la disposition intérieure demeure constante, on aura à la fois $\Phi_1 - \Phi = 0$, et $\theta = 0$. De plus, si l'on prend la différence $T_1 - T = 1$, l'équation (β) devient

$$(\gamma) \qquad Q = k\mathrm{I}, \quad \text{soit} \quad k = \frac{Q}{\mathrm{I}}.$$

» Le coefficient k représente donc la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1 degré la température d'un corps, sa disposition intérieure demeurant constante. Ce n'est autre que la *chaleur spécifique absolue* proposée par Clausius. Cette quantité est un élément essentiellement théorique, car on n'a pas, en principe, la possibilité de changer la température d'un corps en maintenant invariable sa disposition intérieure. Ce qu'on peut faire le plus souvent, c'est de maintenir son volume constant, auquel cas θ est *en général* égal à zéro. Nous disons *en général*, car la plupart du temps les forces extérieures mesurables physiquement, se présentant sous forme de pression ou de traction, ne font ressentir leur action directe que sur les atomes situés aux environs de la surface du corps; et alors, si le corps, bien que sous volume constant, change de disposition intérieure, on admet que les travaux desdites forces dus à ce changement sont négligeables. Cette supposition est acceptable si l'on songe au nombre relativement restreint des atomes attaqués et aux très-petites étendues des déplacements possibles de leurs vibrations. Mais il importe de noter que, si les forces extérieures atteignaient, dans leur action directe, les atomes du corps jusqu'à une certaine profondeur, les travaux en question pourraient prendre une valeur importante.

» Appelons K *la chaleur spécifique sous volume constant;* on tire de l'équa-

(*) Les forces *mesurables physiquement* jouissent de la propriété d'avoir des valeurs déterminées pour leurs travaux relatifs au mouvement d'ensemble et au mouvement de changement de disposition intérieure du corps actionné, tandis que leur travail relatif au mouvement vibratoire est toujours moyennement nul. Pour les forces *calorifiques*, c'est justement le contraire qui a lieu. Il résulte de ces propriétés opposées qu'on peut mesurer les *intensités* mêmes des premières espèces de forces à l'aide d'instruments dynamométriques; mais qu'il n'y a moyen de mesurer que le *travail* des forces calorifiques, en ayant recours à la calorimétrie. Au surplus, les unes et les autres sont des forces moléculaires provenant des actions, sur le corps considéré, de systèmes pondérables voisins, et plus particulièrement de l'éther pour les forces calorifiques.

tion (β), en y faisant $I = 1^{kg}$, $Q = K$ et $T_1 - T = 1$, la relation

$$(\delta) \qquad K = k + \frac{(\Phi_1 - \Phi) - \theta}{E},$$

avec θ généralement nul. La quantité $(\Phi_1 - \Phi)$ est ici la variation de l'énergie potentielle de 1 kilogramme du corps relative au changement de disposition intérieure susceptible d'accompagner la variation de température de T à T + 1, bien que le volume demeure constant.

» Pour les gaz *parfaits*, nous avons dit plus haut que Φ est sans cesse égal à zéro. L'équation (δ) donne alors $K = k$, si d'ailleurs $\theta = 0$. En d'autres termes, pour ces substances, la chaleur spécifique *absolue* est égale à la chaleur spécifique *sous volume constant*. Mais, pour les autres corps, les deux chaleurs spécifiques dont il s'agit ne sont pas, en général, les mêmes. Ainsi M. Hirn, en s'appuyant sur les lois dont nous allons parler, a déduit des chaleurs spécifiques, sous volume constant, de l'hydrogène et de l'oxygène, que la chaleur spécifique *absolue* de l'eau est égale à $0^{cal},4$. Or la chaleur spécifique de ce liquide *sous volume constant* est très-peu différente de 1. On a donc $K - k =$ environ $0,6 = \frac{\Phi_1 - \Phi}{E}$. Cela prouve que, bien qu'il n'y ait ni variation de volume, ni variation d'état physique du corps, il se produit cependant un changement de disposition intérieure, qui, dans notre théorie, ne saurait consister qu'en une modification, simultanée ou non, de la forme et de la position des trajectoires de vibration des atomes.

» Si l'on appelle K' la *chaleur spécifique sous pression constante*, on tire des équations (β) et (δ)

$$K' = k + \frac{(\Phi'_1 - \Phi) - \theta_1}{E} = K + \frac{(\Phi'_1 - \Phi_1) - (\theta_1 - \theta)}{E}.$$

L'expression $(\Phi'_1 - \Phi_1)$ représente la différence entre l'énergie potentielle Φ'_1 relative à la température T + 1 pour la nouvelle disposition intérieure, y compris le changement de volume, que prend le corps échauffé sous pression constante, et l'énergie potentielle Φ_1 relative à la même température T + 1, mais pour le volume primitif du corps, avec un changement possible de disposition intérieure. La quantité $(\theta_1 - \theta)$, de son côté, représente la différence qui existe entre les travaux des forces extérieures mesurables physiquement, suivant que le corps est échauffé sous pression ou sous volume constant.

» III. *Interprétation mécanique de la loi de Dulong et Petit.* — Toutes les considérations précédentes étant admises, appelons

N le nombre d'atomes d'un poids I d'un corps simple;

i le poids atomique, égal à $\frac{I}{N}$.

» La formule (α), appropriée au cas d'un pareil corps, donne

$$\frac{B^2 m N}{2} = k EN i T,$$

d'où

$$T = \frac{m B^2}{2 k E i}.$$

» Pour un autre corps simple à la même température que le premier, on trouverait semblablement

$$T = \frac{m_1 B_1^2}{2 k_1 E i_1},$$

d'où

$$\frac{ki}{k_1 i_1} = \frac{\frac{1}{2} m_1 B_1^2}{\frac{1}{2} m B^2}.$$

» La loi de Dulong et Petit consiste, on le sait, dans une certaine constance, pour les corps simples, de leur *chaleur spécifique atomique vulgaire*, en appelant ainsi le produit du poids atomique par la chaleur spécifique sous pression constante.

» D'après les travaux de MM. Clausius et Hirn, cette loi serait tout à fait rigoureuse en y introduisant les chaleurs spécifiques *absolues* entendues comme nous l'avons expliqué plus haut. Si l'on admet cette manière de voir, on a $ki = k_1 i_1$.

» Il suit de cette égalité que $\frac{1}{2} m B^2 = \frac{1}{2} m_1 B_1^2$, c'est-à-dire que la force vive moyenne vibratoire des atomes est la même pour tous les *corps simples* à la même température, quels que soient leur nature et leur état physique et constitutif.

» IV. *Interprétation mécanique de la loi de Wœstyn.* — Considérons maintenant les corps composés et désignons par

i, i',... les poids des atomes élémentaires de diverses espèces qui se groupent pour constituer les molécules d'un pareil corps;

m, m',... les masses de ces atomes;

k, k',... les chaleurs spécifiques absolues relatives aux corps simples formés respectivement par les atomes de même espèce;

n, n',... le nombre desdits atomes de chaque espèce qui forment chaque molécule;

I le poids atomique du corps composé, c'est-à-dire celui de chacune de ses molécules, poids égal à $ni + n'i' + \ldots$;

K la chaleur spécifique absolue du corps composé.

» On sait qu'il résulte des expériences de M. Neumann, développées par M. Regnault et interprétées à un point de vue général par M. Wœstyn, que, pour beaucoup de corps composés, le produit du poids atomique par la chaleur spécifique sous pression constante, soit sa chaleur spécifique atomique vulgaire, est sensiblement égal à la somme des produits analogues relatifs aux éléments du composé.

» On est en droit d'admettre, par induction avec les résultats des travaux susmentionnés de MM. Clausius et Hirn, que les conclusions des expériences en question seraient plus générales et plus exactes en substituant les chaleurs spécifiques *absolues* aux chaleurs spécifiques sous pression constante.

» En cette conjecture, on aurait la relation

$$(\zeta) \qquad \mathrm{KI} = nki + n'k'i' + \ldots.$$

» Multiplions par ET les deux membres de cette équation et reportons-nous à la définition de la température rappelée au § I, nous obtiendrons

$$(\eta) \qquad \sum \frac{ma^2}{2} = \frac{nm\mathrm{B}^2}{2} + \frac{n'm'\mathrm{B}'^2}{2} + \ldots,$$

$\frac{m\mathrm{B}^2}{2}$, $\frac{m'\mathrm{B}'^2}{2}$ étant les forces vives moyennes vibratoires des diverses espèces d'atomes élémentaires, lorsque chacune de ces espèces forme un corps simple, et que ce corps est considéré à la température T. Par ailleurs l'équation (α) donne

$$(\iota) \qquad \sum \frac{ma^2}{2} = \sum \frac{m\mathrm{B}_1^2}{2} + \sum \frac{m'\mathrm{B}_1'^2}{2} + \ldots,$$

$\frac{m\mathrm{B}_1^2}{2}$, $\frac{m'\mathrm{B}_1'^2}{2}$ étant les forces vives moyennes vibratoires que possèdent réellement les atomes élémentaires dans le corps composé considéré à la température T.

» Examinons l'hypothèse parfaitement plausible, d'après notre manière d'envisager la température, que : *pour chaque valeur déterminée de cette quantité, la force vive vibratoire moyenne de tout atome élémentaire soit la*

même, aussi bien quand cet atome fait partie d'un corps simple que quand il appartient à un corps composé. La relation (ι) se confondrait alors avec la relation (η); et l'équation (ζ), c'est-à-dire la loi de Wœstyn rectifiée, deviendrait une conséquence nécessaire de notre définition mécanique de la température. Mais la réciproque n'est pas vraie, c'est-à-dire que ladite loi n'entraînerait pas comme corollaire inévitable la constance de la force vive vibratoire moyenne de tout atome élémentaire pour une température donnée. En tout état de cause, cette constance n'implique pas nécessairement que, pour la température donnée, l'atome décrive dans le corps composé une vibration de même durée et de mêmes proportions que dans le corps simple.

» Toutefois, on peut se demander si, pour les gaz simples qui se combinent sans condensation de volume, l'absence de condensation n'est pas due justement à ce que les vibrations des atomes élémentaires conservent la même étendue dans le composé que dans les gaz simples d'où il dérive.

» V. *Combinaison des deux lois précédentes.* — Ces deux lois, regardées comme rigoureuses en y considérant les chaleurs spécifiques *absolues*, conduisent au résultat suivant : *les composés dont la molécule renferme un même nombre d'atomes doivent posséder la même chaleur spécifique atomique absolue*, et *vice versâ*.

» En effet, la loi de Wœstyn rectifiée donne

$$\text{KI} = nki + n'k'i' + \ldots, \quad \text{K}_1\text{I}_1 = n_1 k_1 i_1 + n'k'i'_1 + \ldots,$$

d'où l'on tire, d'après la loi de Dulong et Petit,

$$\text{KI} = (n + n' + \ldots)ki, \quad \text{K}_1\text{I}_1 = (n_1 + n'_1 + \ldots)ki.$$

Par suite $\text{KI} = \text{K}_1\text{I}_1$, si $n + n' + \ldots = n_1 + n'_1 + \ldots$.

» Si l'on admet *a priori* les deux hypothèses faites dans les §§ III et IV, c'est-à-dire *la constance, pour une température donnée, de la force vive moyenne vibratoire des atomes primaires de même espèce ou non, qu'ils fassent partie d'un corps simple ou d'un corps composé*, le résultat précédent se trouve un corollaire immédiat de cette *double* constance.

» VI. *Conclusions et examen de l'hypothèse que les corps actuellement réputés simples sont décomposables en d'autres éléments.* — Dans ce qui précède, nous avons regardé les corps *simples* comme tels, d'une manière *absolue*, c'est-à-dire que nous avons admis qu'ils étaient formés d'une matière unique, dont les atomes indécomposables décrivaient, pour chaque état

d'équilibre de température et de disposition intérieure, des vibrations identiques et de même durée.

» Si les corps actuellement réputés *simples* pouvaient se décomposer en d'autres éléments de masses différentes ou *non*, décrivant des vibrations qui, au moins dans le cas de masses égales, ne seraient plus identiques ni de même durée, il y aurait lieu de leur appliquer la loi expliquée au § V.

» Cette application, jointe aux interprétations données aux §§ III et IV, conduit, dans notre théorie, aux conclusions suivantes :

» 1° D'après la loi rectifiée de Dulong et Petit, dans les corps simples *absolus*, pour une température donnée, la force vive vibratoire moyenne des atomes est la même; et *vice versâ* la loi dont il s'agit devient une conséquence de cette égalité.

» 2° L'hypothèse de la constance, pour une température donnée, de la force vive moyenne vibratoire d'un atome élémentaire déterminé, que cet atome fasse partie d'un corps simple ou composé, a pour corollaire immédiat la loi de Wœstyn rectifiée.

» L'identité des nombres d'atomes entrant dans les molécules des corps composés qui ont même chaleur spécifique atomique absolue se déduit pareillement de cette hypothèse, combinée avec la loi de Dulong et Petit ou mieux avec l'égalité qui en découle pour les forces vives moyennes vibratoires des différentes espèces d'atomes élémentaires.

» 3° Joignons aux hypothèses précédentes la supposition, conforme à une opinion émise depuis longtemps par M. Dumas, que les corps jusqu'ici réputés simples pourraient cependant être décomposables en d'autres éléments *primaires*, sous l'influence de températures très-exaltées, comme celles de divers astres, ainsi que portent à le croire les dernières recherches spectroscopiques de M. Lockyer, et alors on est conduit à une interprétation intéressante de l'égalité des chaleurs spécifiques atomiques absolues des corps actuellement réputés simples, à savoir : *la molécule de ces corps, représentant leur atome actuel, devrait être composée d'un nombre égal d'atomes primaires ayant même masse ou non.* Les corps composés actuels deviendraient alors des composés complexes, dont la molécule renfermerait un nombre d'atomes plus grand que celui des corps réputés simples et susceptible de varier avec l'espèce du composé. Dans tous les cas, la supposition loisible de l'égalité de masse des atomes primaires n'entraînerait pas la nécessité d'une substance constitutive unique; car, en dehors des masses des atomes, il y a, pour distinguer entre elles deux substances élémentaires, la loi d'action réciproque des atomes, qui influe aussi bien que

la masse même de ceux-ci sur la valeur de l'énergie potentielle; et nous avons rappelé en 4°, § I, que cette énergie caractérise l'état physique et constitutif de tout corps pour une température donnée.

» Au surplus, la supposition d'une substance constitutive unique est également acceptable; seulement il faudrait alors admettre que les atomes de cette substance, qui composeraient, en nombre déterminé, la molécule d'un corps réputé simple, tout en ayant une même force vive vibratoire moyenne pour une température voulue, décriraient des vibrations possédant respectivement des éléments différents, tels que leurs proportions et leur durée. Ces éléments prendraient d'ailleurs de nouvelles valeurs, lorsque le nombre en question d'atomes uniques primaires viendrait à constituer la molécule d'un autre corps simple actuel. »

M. **J. Plateau** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier, sous le titre « Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires. » M. Plateau joint à cet envoi les observations suivantes :

« La révision attentive de l'ensemble des onze Mémoires que j'ai publiés sous le titre de *Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse sans pesanteur* m'a permis d'adopter, dans l'Ouvrage dont le titre actuel indique mieux l'objet, une disposition un peu plus méthodique, de rectifier quelques passages, de combler des lacunes et d'introduire des additions qui me paraissent dignes d'intérêt. Je trace les historiques des différents sujets que je traite, historiques que je poursuis jusqu'à la fin de 1869; enfin, dans un dernier paragraphe, j'indique les titres des articles qui ont paru depuis.

» J'ai fait connaître, les physiciens le savent, des procédés au moyen desquels un liquide se comporte comme s'il ne pesait pas. Les figures d'équilibre qui conviendraient à un liquide sans pesanteur, à l'état de repos, et situé dans le vide, sont, on le sait encore, en nombre indéfini; leur surface est à courbure moyenne constante, soit positive, soit négative, soit nulle, et, sous ce point de vue purement mathématique, elles ont fait l'objet des travaux d'un grand nombre de géomètres. Mes procédés donnent une signification physique aux résultats que ces savants ont obtenus, résultats qui semblaient devoir demeurer à l'état de simples spéculations, et toujours l'expérience se montre complétement d'accord avec le calcul. L'étude des formes et des phénomènes que présentent les liquides dans les

conditions toutes spéciales où je les place me paraît constituer une branche nouvelle de la physique expérimentale. Outre le spectacle curieux des figures d'équilibre réalisées sur une grande échelle, elle fournit autant de vérifications qu'on le veut des principes qui servent de base à la théorie de l'action capillaire, et elle conduit à l'explication de plusieurs phénomènes dont on ignorait la cause ou qu'on attribuait à une cause inexacte. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Remarques relatives aux rapports entre les chaleurs spécifiques et les poids atomiques, pour les corps simples et composés;* par M. **A. Pissis.**

(Commissaires : MM. Dumas, Jamin, Berthelot.)

« La loi de Dulong sur les chaleurs spécifiques des corps donne la relation $CP = a$, dans laquelle C et P sont les chaleurs spécifiques et le poids atomique des corps, et a une constante.

» Si, au lieu des quantités de chaleur qui se rapportent à des poids égaux des différents corps, on considère celles qui sont relatives à un même volume, on a

$$\gamma = Cd,$$

γ étant la chaleur spécifique rapportée au volume et d la pesanteur spécifique du corps; on en déduit

$$\gamma = a\frac{d}{P}.$$

Enfin si l'on prend l'hydrogène pour terme de comparaison, en adoptant pour ce corps $d = 1$, $P = 1$, $\gamma = 1$, on a

$$\gamma = \frac{\delta}{P},$$

δ étant la pesanteur spécifique rapportée à l'hydrogène.

» L'expression $\frac{\delta}{P}$ est celle de la densité du corps, c'est-à-dire de la quantité d'atomes contenus dans un même volume; et la loi de Dulong peut alors s'énoncer ainsi : les chaleurs spécifiques des corps sont proportionnelles à leurs densités.

» Afin de vérifier jusqu'à quel point les valeurs de $\frac{\delta}{P}$ s'accordent avec

les résultats de l'observation, j'ai mis en regard, dans le tableau ci-dessous, ces valeurs et celles des chaleurs spécifiques déterminées par M. Regnault, et rapportées au volume par la formule $\gamma = \frac{C\delta}{X}$, X étant la chaleur spécifique de l'hydrogène rapportée au poids et à l'eau, ou $X = 3,297$. Pour rapporter les densités à l'hydrogène, on a adopté 11,173 pour celle de l'eau.

	δ	P	$\frac{\delta}{P}$	γ	$2\frac{\delta}{P}$.
Hydrogène...	1	1	1	1	»
Oxygène....	16	16	1	1	»
Azote.......	14	14	1	1	»
Chlore......	35,5	35,5	1	1	»
Iode........	50255	127	396	825	792
Soufre......	22346	32	698	1405	1396
Phosphore...	19776	31	638	1132	1276
Arsenic......	64244	75	856	1586	1712
Carbone.....	39105	12	3259	2864	»
Aluminium...	27933	27,5	1016	1848	2032
Zinc........	76660	65	1179	2221	2358
Étain........	81395	118	690	1388	1380
Cadmium....	96088	112	858	1652	1716
Fer.........	81003	56	1447	2796	2894
Nickel.......	92502	59	1568	3108	3136
Cuivre......	99552	63,5	1568	2873	3136
Bismuth.....	109503	210	521	1024	1042
Antimoine...	76645	120	639	1180	1278
Mercure.....	151710	200	759	1535	1518
Plomb......	127875	207	618	1218	1226
Argent......	116950	108	1083	2022	2166
Or..........	215200	197	1092	2117	2184
Platine......	217870	198	1100	2143	2200

» Pour les corps simples gazeux, on a $\gamma = \frac{\delta}{P}$, tandis que, pour les corps solides ou liquides, on a à peu près $\gamma = 2\frac{\delta}{P}$, les différences que l'on observe pouvant être attribuées à ce que la chaleur spécifique d'un même corps varie avec sa température.

» Un composé binaire de la forme $A^m B^n$ peut toujours être considéré comme le résultat de la combinaison de *m* volumes de vapeur de A avec *n* volumes de vapeur de B; dans le cas où il n'y a pas de contraction, le

poids atomique P du composé sera $\frac{mP + nP'}{m + n}$. Lorsque $m = n$, on a

$$P = \frac{P + P'}{2} \quad \text{et} \quad \frac{\delta}{P} = 2\frac{\delta}{P + P'};$$

c'est le cas qui se réalise pour les corps solides ou liquides, et l'on serait ainsi conduit à les considérer comme des composés binaires monoatomiques.

» Si l'on examine maintenant ce qui a lieu pour les corps composés, on voit que quelques-uns se comportent comme des corps simples; ainsi, pour l'oxyde de carbone CO, on a $P = 12$, $P' = 16$, $P + P' = 28$, ce qui donne

$$2\frac{\delta}{P + P'} = 1;$$

la chaleur spécifique déterminée par MM. Laroche et Bérard est $\gamma = 1,1$.

» Dans l'acide carbonique CO^2, on a $P + 2P' = 44$, $m + n = 3$, $\delta = 22$, ce qui donne

$$3\frac{\delta}{P + 2P'} = 1,5;$$

la chaleur spécifique est $\gamma = 1,4$.

» Le chlorure de sodium NaCl, pour lequel on a $P = 58,5$, $m + n = 2$, donne

$$\delta = 21452, \quad 2\frac{\delta}{P} = 1466, \quad \gamma = 1392.$$

» Le chlorure d'argent donne encore le même rapport; on a en effet

$$P = 143,5, \quad m + n = 2, \quad 2\frac{\delta}{P} = 1744, \quad \gamma = 1729.$$

» Les composés ternaires présentent des rapports un peu moins simples; le sulfate de plomb $PbSO^4$ donne

$$m + n = 6, \quad P = \frac{287}{6}, \quad \frac{\delta}{P} = 1374, \quad \gamma = 1862 = \frac{4}{3}\frac{\delta}{P}.$$

» Le sulfate de baryte donne également

$$\frac{\delta}{P} = 1283, \quad \gamma = 1694 = \frac{4}{3}\frac{\delta}{P},$$

tandis que, pour le nitrate de potasse $KAzO^3$, on a

$$\gamma = \frac{3}{2}\frac{\delta}{P}.$$

» Il résulte de ces comparaisons que la condition $\gamma = \frac{\delta}{p}$ est satisfaite à la fois par les corps simples et par un certain nombre de composés binaires, tels que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, qui se comportent en cela comme les gaz simples; la condition $\gamma = 2\frac{\delta}{p}$ se réalise aussi à la fois pour les corps simples solides et un certain nombre de composés binaires, comme le chlorure de sodium et le chlorure d'argent. Les rapports entre les chaleurs spécifiques et les poids atomiques ne fournissent ainsi aucune donnée tendant à établir une différence entre les corps composés et ceux que l'on considère comme simples; ils tendraient plutôt à assimiler ces derniers à des composés binaires. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur l'urine ammoniacale, ses dangers et les moyens de les prévenir.* Note de MM. **Gosselin** et **A. Robin**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Dans les maladies des voies urinaires l'urine devient quelquefois alcaline et ammoniacale par la formation du carbonate d'ammoniaque. Or, absorbé par une plaie de la vessie ou de l'urèthre, c'est-à-dire par d'autres capillaires que ceux du tube digestif, ce carbonate est-il toxique? Pour résoudre ce problème, nous avons fait, sur les lapins et les cochons d'Inde, deux séries d'expériences.

» I. Dans la première, nous avons injecté, sous la peau du dos, du cou et des membres, avec une seringue de Pravaz, des solutions aqueuses de carbonate d'ammoniaque, et nous avons constaté : 1° des accidents convulsifs très-prompts, mais non suivis de mort, après une injection de $0^{gr},90$ dissous dans 5 à 6 grammes d'eau sur des lapins, de $0^{gr},25$ sur des cochons d'Inde; 2° la mort très-rapide après des accidents convulsifs et tétaniques, lorsque la dose était portée à $1^{gr},12$ sur les lapins, à $0^{gr},45$ sur les cochons d'Inde. Ces résultats, confirmatifs de ceux qu'ont obtenus d'autres expérimentateurs et notamment MM. Rosenstein, Béhier et Liouville, dans leurs études sur l'urémie médicale, nous ont déjà montré que le carbonate d'ammoniaque pouvait être absorbé par les plaies et déterminer des accidents.

» II. Dans notre seconde série d'expériences, nous avons pris, au lieu d'une solution aqueuse, une solution urineuse de carbonate d'ammoniaque.

» Nous avons employé d'abord de l'urine humaine normale à laquelle

nous avons ajouté 0gr,50 de carbonate pour 3 et 4 grammes de liquide. Sur quatre lapins, nous avons injecté cette dose sous la peau, en une seule séance. Trois d'entre eux ont été malades et ont eu une élévation de température indiquant la fièvre, puis ils se sont rétablis. Le quatrième a eu la fièvre pendant quatre jours, au bout desquels il a succombé. Sur un cochon d'Inde nous avons injecté 1 gramme d'urine normale, additionné de 0gr,15 de carbonate d'ammoniaque. L'animal a eu le malaise et l'élévation de température indiquant la fièvre, puis il s'est rétabli.

» Nous avons tiré de ces expériences la conclusion, importante pour la clinique, qu'à des doses plus faibles que celles de nos solutions aqueuses le carbonate d'ammoniaque rendait l'urine toxique, mais que les accidents produits, au lieu d'être des phénomènes nerveux, étaient ceux d'une fièvre analogue à celle que, chez l'homme, nous appelons *urineuse*.

» Nous avons ensuite employé comme solution l'urine même d'un de nos malades, le troisième de ceux dont nous parlerons plus loin; cette urine, dont le carbonate d'ammoniaque dosé avec une solution titrée d'acide sulfurique variait de 4 à 6 grammes par litre, se trouvait par conséquent contenir de 4 à 5 milligrammes par gramme. Comme nous ne pouvions injecter en une seule séance la quantité nécessaire pour produire des effets toxiques, nous avons pris le parti de répéter les injections cinq et six fois dans la journée. En agissant ainsi, d'ailleurs, nous mettions les animaux dans une condition analogue à celle de l'homme qui, ayant une plaie à la vessie, peut absorber à tout moment les principes toxiques contenus dans son urine.

» Sur un lapin, nous avons injecté, en vingt-quatre séances, 48 grammes de cette urine ammoniacale par quarante-huit piqûres. Les vingt-quatre séances ont été faites en quatre jours et demi; l'animal a succombé à la fin du cinquième jour, sans avoir eu ni abcès, ni fusées purulentes au niveau des piqûres, sans avoir présenté de convulsions ni de tétanos, mais après avoir eu l'élévation de température, indice de la fièvre.

» Sur un cochon d'Inde, les injections ont été faites les mêmes jours et aux mêmes doses; mais l'animal a succombé dès le troisième jour, après avoir reçu, en deux jours et demi, 28 grammes de la même urine ammoniacale de notre malade, et sans avoir eu autre chose que la fièvre.

» Mais à ces dernières expériences on pourrait faire une objection : la mort n'a-t-elle pas été occasionnée soit par la trop grande quantité de liquide ajoutée rapidement au sang des animaux, soit par l'urine seule qui, à cette dose, serait toxique par elle-même et sans que son altération ammo-

niacale lui ait donné ce caractère ? Pour nous renseigner à cet égard, nous avons injecté, les mêmes jours et aux mêmes heures, sur un autre lapin et un autre cochon d'Inde, exactement les mêmes quantités d'urine normale acide de l'homme. Le résultat a dépassé toutes nos prévisions : non-seulement les deux animaux se portaient très-bien au moment où les deux autres soumis à l'injection d'urine ammoniacale succombaient ; mais nous avons continué à leur injecter, tous les jours, 8 grammes d'urine normale humaine, et aujourd'hui, 21 décembre, vingt-trois jours après le commencement de l'expérience, la lapin et le cochon d'Inde se portent bien, courent, mangent et n'ont pas apparence d'abcès, mais seulement des callosités au niveau des nombreuses plaies sous-cutanées qui leur ont été faites.

» Une autre objection peut encore être adressée aux résultats donnés par ces injections d'urine ammoniacale : les deux animaux ont succombé, en définitive, après avoir reçu, le lapin une dose de carbonate d'ammoniaque de $0^{gr},25$ à $0^{gr},30$ en quatre jours, le cochon d'Inde une dose de $0^{gr},15$ à $0^{gr},20$ en trois jours. Or, ces doses étant plus faibles que celles des solutions urineuses faites artificiellement par nous-mêmes, nous sommes obligés de nous demander si, chez ce malade, l'urine, qui non-seulement était alcaline, mais présentait une odeur horriblement fétide, ne renfermait pas d'autres matériaux toxiqnes que le carbonate d'ammoniaque. Il ne nous a pas été possible, jusqu'à présent, d'en donner la démonstration ; mais nous continuons nos recherches dans cette direction.

» Nous tirons donc de nos expériences cette simple conclusion, que l'urine ammoniacale de l'homme est toxique pour le lapin et le cochon d'Inde, et qu'absorbée par une solution de continuité des voies urinaires elle serait probablement toxique aussi pour l'homme lui-même.

» De cette notion à des essais de prophylaxie, il n'y avait qu'un pas. Pourquoi ne pas chercher à corriger chez l'homme l'état ammoniacal qui, d'une part, favorise la formation des calculs phosphatiques, et qui, d'autre part, expose aux dangers de l'intoxication en cas de plaie surajoutée ? Rayer avait compris que la question ne pouvait être résolue avec les acides minéraux, dont il eût fallu une trop forte dose ; mais n'arriverait-on pas avec les acides végétaux ? Nous avons pensé tout d'abord à l'acide benzoïque, lequel, d'après les travaux de Ure et de Keller, se transforme rapidement, dans l'économie, en acide hippurique soluble, et est inoffensif. Nous l'avons administré en juin 1873 à deux patients atteints de calcul urinaire. Chez le premier, la taille était indiquée ; mais, l'urine étant très-alcaline et ammoniacale, nous ne voulûmes procéder à l'opé-

ration qu'après avoir rendu l'urine au moins neutre, et diminué ainsi les chances d'absorption et d'intoxication par la plaie que nous nous proposions de faire. Au bout de dix-sept jours d'administration de l'acide benzoïque à la dose de $1^{d}50^{c}$ et 2 grammes par jour, suspendu dans une potion gommeuse ou dans 1 litre d'eau, à laquelle nous donnions le nom de *limonade benzoïque*, l'urine était redevenue neutre; deux jours après l'opération, le médicament étant continué, l'acidité était revenue; aucun accident fébrile ne survint, et le malade était guéri au bout de vingt-cinq jours.

» Notre autre patient subissait la lithotritie. Après la troisième séance, l'urine devint alcaline et ammoniacale; l'acide benzoïque fut administré à la dose de 2 grammes pendant huit jours, au bout desquels l'acidité avait reparu. L'alcalinité revint après la cinquième séance et disparut de même après neuf jours d'ingestion, toujours par les voies digestives, de l'acide benzoïque; toutes les séances de lithotritie, au nombre de huit, eurent donc lieu dans cette condition favorable de l'acidité des urines.

» Notre troisième malade, atteint d'un rétrécissement ancien de l'urèthre, est celui dont l'urine a déterminé la mort des deux animaux dont nous parlions plus haut, et chez lequel nous avons dû soupçonner la coïncidence, avec le carbonate d'ammoniaque à la dose de 4 à 6 grammes par litre, d'autres matériaux nuisibles dont la nature nous reste inconnue jusqu'à présent. Il est en traitement par la limonade benzoïque depuis vingt jours. Nous avons obtenu une diminution notable, mais non une disparition de l'état ammoniacal; car aujourd'hui l'urine est presque neutre, et nous trouvons environ 1 gramme de carbonate par litre, tandis qu'au début nous en avions trouvé 4, 5 et même 6 grammes. Cette diminution suffit pour nous permettre de croire que l'influence du médicament serait favorable si le malade avait une opération à subir. Nous sommes d'autant plus fondés à le croire, que l'urine ainsi modifiée a pu être injectée pendant six jours de suite à un lapin, à la dose de 5 à 6 grammes par jour, sans déterminer d'accidents, ni la mort, tandis qu'avant l'emploi de l'acide benzoïque l'urine avait tué un lapin en quatre jours.

» Nous présumons, sans pouvoir en être certains, que cet effet de l'acide benzoïque a pu être dû à la transformation du carbonate d'ammoniaque en hippurate d'ammoniaque, lequel est moins toxique pour le lapin et le cochon d'Inde que le carbonate. En effet, avec l'hippurate injecté sur onze lapins à des doses variant de $0^{gr},15$ à $1^{gr},50$, nous n'avons produit ni les

accidents convulsifs, ni la fièvre, ni la mort; sur des cochons d'Inde, il nous a fallu $0^{gr},66$ pour déterminer la mort après convulsions.

» Nous croyons pouvoir tirer des études et des expériences dont nous venons de donner un aperçu rapide les conclusions suivantes :

» 1° L'absorption de l'urine alcaline ammoniacale est possible par les solutions de continuité de la vessie et de l'urèthre, et elle est dangereuse.

» 2° Il y aurait avantage pour les malades à supprimer ou à diminuer l'état ammoniacal;

» 3° L'acide benzoïque, et peut-être d'autres acides végétaux, peuvent conduire à ce résultat.

» 4° L'administration de l'acide benzoïque doit être conseillée pour les sujets atteints de cystite ammoniaco-purulente, et particulièrement pour ceux d'entre eux qui ont à subir des opérations sur les voies urinaires. »

« M. **Pasteur**, à l'occasion de l'intéressante Note de MM. Gosselin et A. Robin, fait observer qu'il y aurait une grande utilité à rechercher si, dans tous les cas, ou dans des cas particuliers, la qualité ammoniacale de l'urine par la présence du carbonate d'ammoniaque n'est pas liée à l'existence d'un ferment organisé, notamment du ferment ammoniacal de l'urine, si bien étudié par M. Van Tieghem, ou de bactéridies, ferments dont les germes seraient apportés de l'extérieur par le canal de l'urèthre, ou par le sang qui aurait pu lui-même prendre ce germe dans quelque partie du corps, par exemple, par une blessure quelconque, ou communication avec le canal intestinal; enfin ce germe, organisé vivant, peut être apporté souvent par une sonde ou par un instrument chirurgical. Que l'opération de la lithotritie soit faite et que, peu de jours après, l'urine devienne ammoniacale, je suis porté à croire qu'il faut en attribuer la cause exclusive aux sondages ou à l'instrument qui a pénétré dans la vessie. Si j'avais l'honneur d'être chirurgien, jamais je n'introduirais dans le corps de l'homme un instrument quelconque sans l'avoir fait passer dans l'eau bouillante et mieux encore dans la flamme tout aussitôt avant l'opération, et refroidi rapidement.

» L'urine peut être rendue alcaline par l'ingestion de diverses substances. La présence du carbonate d'ammoniaque serait l'indice de la fermentation possible et des causes dont je viens de parler. Quant au traitement pour les cas que j'indique, s'ils existent, on peut croire que l'injection d'eau phéniquée dans la vessie serait très-efficace.

» Enfin, ne peut-on pas se demander si les observations de la Note de MM. Gosselin et A. Robin sur l'empoisonnement d'animaux par l'introduction d'urines ammoniacales ne rentreraient pas dans les faits de septicémie par le développement de quelque ferment ? »

AÉROSTATION. — *Sur une ascension du ballon le* Jules-Favre, *en Russie.* Note de M. W. DE FONVIELLE, présentée par M. Janssen. (Extrait par l'auteur).

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Le ballon le *Jules-Favre*, confié à M. Bunelle, ancien aéronaute du siége de Paris, a exécuté, le 2 novembre dernier, une très-intéressante ascension à Karkoff, ville de la Russie méridionale. L'ascension a commencé à $3^h 30^m$ du soir et s'est prolongée jusqu'à minuit. Pendant ces huit heures et demie, le *Jules-Favre* n'a pas parcouru plus de 190 kilomètres à vol d'oiseau, quoique sa direction n'ait pas varié et qu'il ait constamment dévié vers le nord-nord-est. La descente a été effectuée dans une plaine déserte, située sur le territoire de la commune de Grasnaïa, district de Tyne, dans le gouvernement de Koursk, à 90 kilomètres de la station Nicholsky.

» Quoique le ballon le *Jules-Favre* ait déjà exécuté plus de vingt ascensions, en Belgique, en Hollande, en Italie et en Russie, il est dans un très-bon état d'entretien. Pour faire la route, il n'a dépensé que sept sacs de lest, de 16 kilogrammes chacun. La plus grande hauteur atteinte a été de 2700 mètres après le coucher du soleil.

» Le mouvement de la couche d'air allait en s'accélérant à mesure qu'on s'approchait du sol : à 900 mètres, la vitesse était de 35 kilomètres à l'heure; à terre, elle était si grande, que M. Bunelle a été obligé de déchirer son aérostat pour obtenir l'arrêt instantané. Je rapprocherai ce fait des observations de M. Brown, sur l'augmentation des variations barométriques, à mesure qu'on s'approche du niveau de la mer, dans les stations météorologiques de terre ferme.

» La vitesse de translation a été mesurée à l'aide du procédé indiqué par M. Janssen, dans le récit de son ascension du siége. L'ombre du ballon, formée par la Lune, dont la hauteur zénithale était considérable, se détachait très-nettement à la surface du sol, réfléchissant une vive lumière argentée. Pour obtenir la vitesse, il suffisait de compter mentalement le nombre de secondes que ce point noir, très-visible, mettait à franchir des champs

cultivés par des colons militaires, et possédant tous une étendue connue.

» Au coucher du soleil, une pluie de quelque abondance s'est produite dans l'intérieur des nuages. Ayant franchi cette averse, M. Bunelle s'est trouvé dans un ciel magnifique et d'une température très-agréable. La constitution atmosphérique était donc inverse de celle que M. Glaisher a observée dans son ascension opérée en plein jour, le 11 juillet 1863, pendant laquelle les gouttes d'eau augmentaient de volume avec beaucoup de rapidité. La couche d'air, dans laquelle naviguait l'aéronaute anglais, marchait vers le sud, et était d'autant plus chaude qu'elle était voisine du sol; c'est l'inverse qui a eu lieu dans l'ascension de l'aéronaute français. Malheureusement, il ne paraît pas avoir pris des mesures thermométriques permettant d'établir la liaison entre l'accroissement de chaleur et l'accroissement d'altitude. Quelque regrettable que soit cette lacune, je demanderai à l'Académie la permission de m'appuyer sur cette observation pour appeler de nouveau son attention sur l'intérêt qu'il y aurait à suivre une goutte de pluie, pendant toute sa course, depuis la nuée où elle se forme, jusqu'à la terre où elle se précipite, soit qu'elle augmente de volume, soit qu'elle diminue, soit même qu'elle se change en grêle en se solidifiant sous l'action du froid.

» A partir de 5 heures du soir surtout, M. Bunelle a aperçu de nombreuses étoiles filantes, dont il aurait pu indiquer le nombre, la durée, la trajectoire, l'époque, l'éclat, la couleur; mais, en tout cas, aucune de ces étoiles n'a dû être visible des observateurs de terre, qui se sont trouvés dans le cas des personnes qui ont guetté les étoiles filantes pendant les nuits de novembre 1873. N'est-ce point l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur l'intérêt qu'il y aurait à renouveler l'expérience que j'ai faite, en 1867, grâce à la généreuse assistance de M. Henry Giffard? »

M. **W. de Fonvielle** adresse une traduction de la Circulaire publiée par le Comité de l'*Association britannique pour l'avancement des Sciences*, nommé une seconde fois à Bradford, pour étudier l'efficacité des paratonnerres.

Ce document sera soumis à l'examen de la Commission des Paratonnerres.

M. **Hennequin** adresse une Note relative à l'allongement du fémur dans le traitement de ses fractures par la méthode et l'appareil qui lui sont propres.

(Commissaires : MM. Cloquet, Bouillaud, Sédillot.)

M. R. **Guérin** adresse des « Observations au sujet des expériences tentées par la Commission de l'Hérault, contre le Phylloxera ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Deladreux** adresse une Note relative à divers procédés de destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Brachet** adresse une nouvelle Lettre concernant ses « obturateurs des radiations extrêmes ».

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. J.-F. **Dubuc** adresse une Note relative aux puits artésiens.

(Renvoi à l'examen de M. Belgrand.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts** invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire d'Embryogénie comparée, laissée vacante au Collége de France par le décès de M. Coste.

(Renvoi aux Sections d'Anatomie et Zoologie, de Botanique, et de Médecine et Chirurgie.)

M. N. **Lockyer** et M. Ed. **Roche**, nommés Correspondants pour la Section d'Astronomie, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. **Germain de Saint-Pierre** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Cl. Gay*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. T. **Husnot** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 10e et dernier fascicule des « Mousses de France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le Catalogue des Mollusques terrestres et des eaux douces du département de la Haute-Loire et des environs de Paris, par M. *L. Pascal*;

2° Une brochure de M. *A.-F. Pouriau*, intitulée « Commerce du lait destiné à l'alimentation parisienne; fabrication du fromage de gruyère dans l'Yonne »;

3° Le 10e volume des « Adansonia », recueil d'observations botaniques, rédigé par M. *H. Baillon*. (Cet Ouvrage, présenté par M. Trécul, est renvoyé à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel**, en signalant à l'Académie « l'Analyse infinitésimale des courbes planes, de M. l'abbé *Aoust* », donne lecture des passages suivants de la Lettre d'envoi :

« Cet ouvrage fait suite à celui que j'ai déjà publié sous le titre d'*Analyse infinitésimale des courbes tracées sur une surface quelconque*. C'est, comme le premier, un livre de recherches et d'enseignement. La méthode analytique que l'on a suivie a pour but de consacrer ce principe que, dans l'étude d'une courbe, il est plus simple de n'introduire aucun élément étranger à la courbe. Dans cet ordre d'idées, l'usage des *coordonnées naturelles* s'impose de lui-même ; alors les formules générales qui donnent les propriétés de la courbe sont plus laconiques et plus significatives, et en même temps cette analyse permet d'aborder un ordre plus étendu et plus difficile de questions. Je signalerai celles qui ont pu être traitées avec des perfectionnements :

» 1° *La théorie des développées obliques, successives d'un ordre quelconque*. Réaumur, qui le premier a étudié ces courbes, a donné deux formules simples : l'une relative au point de contact, l'autre à l'aire balayée par le rayon oblique; nous donnons des formules nouvelles non moins simples, relatives aux rayons de courbure des développées successives, et à leur rectification, ainsi que les théorèmes de Géométrie qui s'en déduisent.

» 2° *La théorie des développantes obliques successives*. La recherche de ces courbes dépend d'une équation différentielle de l'ordre n quand il s'agit de la développante de cet ordre. Cette question est ramenée à l'intégration de n équations linéaires successives; l'intégrale générale s'obtient sous une forme symétrique par rapport aux angles des rayons obliques, et par suite donne naissance à un théorème intéressant sur les développantes résultant de l'inversion de ces angles.

» 3° *La théorie des roulettes*. Ces courbes, étudiées avec tant de soin à l'aide de procédés géométriques, se prêtent dans notre Analyse à une étude approfondie; le problème inverse des roulettes y est aussi traité, et l'on obtient l'équation élémentaire du lieu des centres instantanés de rotation, soit dans le plan fixe, soit dans le plan mobile, ainsi qu'une relation linéaire entre les rayons de courbure de ces lieux et les rayons de courbure des deux courbes mobiles et des deux courbes fixes qui conduisent le mouvement. Il en résulte des constructions géométriques intéressantes.

» 4° *Une étude des podaires et des caustiques.* Ces lignes ont des relations intimes avec les précédentes; notre Analyse les dévoile, rend les intégrations faciles, en ne les faisant dépendre que d'un seul symbole, et nous conduit en outre à quelques théorèmes analogues à ceux de Steiner et de Lhôpital, sur les quadratures et les rectifications de ces courbes.

» 5° *Une étude des lignes engendrées par le mouvement d'une figure invariable.* Les géomètres modernes se sont occupés avec succès de cette question à l'aide de considérations cynématiques; l'Analyse des coordonnées naturelles s'applique facilement à ce problème, et les formules qu'elle donne sur les tangentes, les centres de courbure, les aires et les arcs sont aussi d'une grande simplicité; la question des mouvements réciproques s'en déduit sans effort et complète tout ce qui intéresse cette question.

» 6° *Une théorie du mouvement d'une figure variable.* Les courbes décrites par les points ou enveloppées par des lignes d'une figure qui se déforme sont des questions difficiles lorsque l'on veut déterminer non-seulement les tangentes, mais encore les rayons de courbure, les arcs et les aires; or il existe entre ces éléments des relations symétriques que notre Analyse nous a fait connaître et qui conduisent à des théorèmes et à des constructions de Géométrie qui ne sont pas sans importance.

» 7° *Une série de recherches sur les courbes conjuguées suivant leurs rayons vecteurs.* Cette question nous conduit à donner les lois de la déformation des figures, les lois des transformations simples et des transformations doubles, et à établir une liaison curieuse entre diverses transformations au moyen d'une courbe *régulatrice*.

» 8° Enfin *une théorie complète des coordonnées curvilignes et des courbes rapportées à un système quelconque de coordonnées.* Cette théorie a été depuis longtemps déduite par nous du principe de la *courbure inclinée*, et, si nous ne nous abusons, elle a été démontrée de la manière la plus simple. Nous avons trouvé par ce moyen un grand nombre de formules nouvelles, et donné aux formules déjà connues une physionomie plus simple. »

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre qui lui est adressée par M. *A. Poëy*, concernant les « Rapports entre les taches solaires, les tremblements de terre aux Antilles et au Mexique et les éruptions volcaniques sur tout le globe » :

« Dans mes deux lettres précédentes (1), j'ai recherché, sans idée ni théorie préconçues, si les ouragans, les orages et les coups de vent violents sont régis par quelque loi de périodicité; puis si cette périodicité offre un rapport quelconque avec celle des taches solaires.

» Je suis arrivé maintenant aux conclusions suivantes : 1° que les phénomènes de l'atmosphère et de la croûte terrestre s'accumulent généralement par période décennale à la fois autour des maxima et des minima des taches; 2° que parmi ces phénomènes les uns sont plus énergiques aux environs des maxima, et les autres aux environs des minima des taches; 3° que tous les phénomènes, qui dérivent directement ou indirectement de la *chaleur*, se rapprochent des minima, et ceux qui émanent du *froid* se rapprochent des

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1222 et 1343; 1873.

maxima des taches ; 4° que cette influence des taches solaires se réduit à une simple question de température de laquelle découle, par voie d'évolutions et de transformations équivalentes, l'ensemble de nos phénomènes terrestres ; 5° que les tremblements de terre aux Antilles et en Amérique paraissent être presque aussi fréquents et aussi intenses aux périodes maxima et minima des taches solaires.

» M. R. Wolf (1) avait énoncé, d'après une chronique zurichoise pour les années de 1000 à 1800, que les aurores boréales et les tremblements de terre s'accumulent sur les années de taches. M. E. Kluge (2) soutient, au contraire, que dans les années abondantes en taches solaires et où les variations magnétiques sont plus remarquables, les éruptions volcaniques et les tremblements de terre sont aussi plus rares. Ce savant trouve encore dans ces phénomènes une période de onze ans et un neuvième, analogue à celle des taches solaires. M. Wolf paraît être aujourd'hui de l'avis de M. Kluge (3).

» Pour les tremblements de terre aux Antilles, j'ai complété mon Catalogue général de cette localité (4) ; ceux du Mexique sont tirés de mon Catalogue qui paraîtra prochainement et qui s'étend de l'an 33 de notre ère jusqu'en 1873. Les grandes secousses de la terre ne sont ni locales ni indépendantes les unes des autres ; elles s'étendent, comme les ouragans, souvent à des distances considérables de l'équateur aux pôles, ou d'un hémisphère à un autre hémisphère, et généralement sur l'axe des régions volcaniques. Ce sont donc de vraies *tempêtes seismiques*. Les tremblements de terre sont solidaires et synchroniques : par exemple, dans toute l'étendue des Andes, depuis le Chili, à travers le Pérou, l'Équateur, la Nouvelle-Grenade, Vénézuela et les Antilles à l'est et au centre, puis l'Amérique centrale, le Mexique et la Californie à l'ouest jusqu'au bassin du Mississipi. Il est même probable que cette vaste région est en rapport seismique avec les grandes éruptions volcaniques de l'Europe. Le terrible tremblement de terre de Lisbonne, de 1755, se fit sentir jusqu'aux Antilles, et plusieurs tremblements de terre du Mexique ont coïncidé avec des éruptions de l'Hécla. Cette solidarité des secousses, Monsieur, a donné lieu au rapprochement de M. A. Rojas entre votre beau système pentagonal et les tremblements de terre de l'Amérique.

» Le tableau qui suit embrasse également 786 éruptions volcaniques qui ont eu lieu sur toute la surface du globe de 1749 à 1861, d'après le Catalogue de M. Kluge. On voit de suite que les maxima d'éruptions correspondent aux minima des taches solaires, et les minima aux maxima des taches. Elles ont été toutes accompagnées de recrudescences. Les cas d'éruptions uniques signalées par M. Kluge sont un peu moins nombreux et présentent la même concordance. Les secousses isolées n'offrent point d'intérêt dans le cas actuel, et quant aux convulsions prolongées ou aux forts tremblements de terre on n'a pas assez tenu compte du nombre réel des secousses éprouvées jour et nuit. De crainte de fausser les chiffres

(1) *Bern. Naturf. Gesellschaft;* 1852.

(2) *Ueber Synchronismus und Antagonismus von Vulkanischen Eruptionen und die Beziehungen Derselben zu den Sonnenflecken und Erdmagnetischen Variationen.* Leipzig. In-8 de 102 p., 1 pl.; 1863.

(3) *Mittheilungen über die Sonnenflecken.* Zurich, t. XVIII, p. 230-233; 1860-1866.

(4) *Annuaire de la Société météorologique de France*, t. V, p. 75-127, 227-252; 1857.

et les déductions, j'ai préféré me limiter aux périodes de convulsions plus ou moins intenses, dans une même localité ou dans plusieurs à la fois, dont le nombre de secousses était trop considérable pour être numériquement apprécié. Je désigne ces périodes sous le nom de *Tempêtes seismiques*. Je distingue en outre leur nombre, leur énergie et leur étendue par les lettres initiales suivantes : P. plusieurs, N. nombreuses, T. N. très-nombreuses, F. fortes, E. étendues.

» Le tableau offre pour les Antilles, 38 tempêtes seismiques, dont 17 se rapprochent des maxima des taches solaires et 17 des minima; restent 4 autres (1846, 1851, 1852 et 1853) qui se trouvent à égale distance entre les maxima et les minima des taches. Dans les périodes maxima nous avons 8 cas de P., 1 cas de N., 2 cas de T. N., 3 cas P. F., 1 cas de F. et 2 cas de T. N. F. Dans les périodes minima, on a presque le même rapport : 6 cas de P., 3 cas de N., 3 cas de T. N., 1 cas de P. F., 1 cas de P. E., 2 cas de T. N. F. et 1 cas de T. N. F. E. Pour le Mexique, sur 32 tempêtes seismiques, 16 sont du côté des maxima et 13 du côté des minima; 3 cas (1820, 1851 et 1852) entre 2 périodes de taches. Dans les périodes maxima, 5 cas de P., 4 cas de N., 4 cas de T. N., 1 cas de T. N. F. et 1 cas de P. F. E. Dans les minima, 5 cas de P., 1 cas de N., 2 cas de T. N., 1 cas de T. N. F., 2 cas de P. E., 1 cas de P. F. et 1 cas de F. E. Les périodes de tempêtes qui manquent aux Antilles apparaissent au Mexique comme celles de 1776, 1806, 1834-1835, 1860.

» Les tempêtes seismiques des Antilles ont principalement parcouru les localités suivantes : en 1692, Port-Royal (Jamaïque) fut détruit; en 1693, la Havane et Jamaïque; en 1727, Martinique; en 1750, Jamaïque; en 1751, Saint-Domingue; en 1757, Cuba et Barbade; en 1765, Saint-Domingue; en 1766, toutes les petites et les grandes Antilles, à la suite du tremblement de terre qui renversa Cumana; en 1767, Martinique et Surinam; en 1770 et 1771, Saint-Domingue; en 1780, Savanna-la-Mar (Jamaïque) fut ruiné; en 1781, à la Jamaïque; en 1784, Saint-Domingue, terrible à Arequipa, les districts de Cumana et Maquiqua détruits; en 1789, Port-au-Prince; en 1797, depuis le fameux tremblement de Jacunga, Ambato, Rio-Bamba, Quito, etc., du 4 au 20 février, secousses dans toutes les Antilles pendant huit mois, jusqu'à l'éruption du volcan de la Guadeloupe du 27 septembre; en 1802, dans les petites Antilles, après le tremblement de terre de Cumana; en 1811 et 1812, aux petites et grandes Antilles, lors du grand tremblement de terre qui renversa Caracas le 26 mars; en 1817, Martinique; en 1824 et 1825, toutes les Antilles, depuis l'île de Trinidad jusqu'à Cuba; en 1829, Jamaïque et Martinique; en 1837, petites Antilles; en 1839, Martinique et petites Antilles; en 1842, 1843, 1844 et 1846, toutes les Antilles, surtout les petites et la Pointe-à-Pître en 1843; en 1848 et 1849, Dominique et les petites Antilles; de 1851 à 1855, surtout en 1852, toutes les Antilles et remarquable à Cuba par le grand nombre de secousses; en 1867, Saint-Thomas et petites Antilles; en 1868, grandes Antilles. C'est la dernière tempête seismique correspondant au dernier minimum des taches, de même que la dernière de 1870 au Mexique correspond au dernier maximum des taches. Ce tremblement fut éprouvé du 10 au 13 mai, depuis les Antilles, le Mexique, les États-Unis jusqu'au Japon. Maintenant, des trois grandes tempêtes seismiques des Andes, en 1828, en 1848 et en 1868, à des intervalles de vingt années, les deux premières correspondent aux maxima des taches et la dernière à un minimum.

» Dans l'intervalle des longues périodes de taches comme celles de 9,5 ans de durée, du maximum de 1789,0 au minimum de 1798,5, les éruptions volcaniques éprouvent une

Périodes maxima et minima des taches solaires, des tremblements de terre aux Antilles et au Mexique, et des éruptions volcaniques sur tout le globe.

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
+1634	1634		N.		
	1692	T.N.F.			
+1693	1693	T.N.			
—1712	1712		F.E.		
+1727,5	1727	N.			
	1749			4	
+1750,0	1750	P.		4	—12
	1751	T.N.		4	
	1752			3	
	1753			3	6
	1754			5	
—1755,5	1785			4	+17
	1756			8	
	1757	T.N.		5	
	1758			1	10
	1759		T.N.	4	
	1760			2	
+1761,5	1761			5	—11
	1762			4	
	1763			4	8
	1764			4	
	1765	N.		2	
—1766,5	1766	T.N.F.		8	+16
	1767	P.		6	
	1768			2	
+1769,9	1769			0	— 7
	1770	T.N.F.		5	
	1771	P.		2	
	1772			8	11
	1773			1	

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
	1774			6	
—1775,8	1775			5	+14
	1776		T.N.F.	3	
	1777			2	2
	1778			3	
+1779,5	1779			2	—10
	1780	P.F.		5	
	1781	P.		3	4
	1782			1	
	1783		T.N.	9	
—1784,8	1784	P.	P.	4	+19
	1785			6	
	1786			8	16
	1787		N.	8	
	1788		T.N.	3	
+1789,0	1789	F.	T.N.	3	—11
	1790		P.	5	
	1791		P.	2	
	2792			4	
	1793			14	35
	1794			3	
	1795		P.F.	5	
	1796			7	
	1797	T.N.		8	
—1798,5	1798			5	+19
	1799			6	
	1800			6	
	1801			2	12
	1802	P.		4	
	1803			4	
+1804,0	1804			6	16
	1805			6	

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
	1806		T.N.F.	8	
	1807			2	16
	1808			6	
	1809		P.	4	
—1810,5	1810			3	11
	1811	T.N.	P.	4	
	1812	N.		5	
	1813			2	14
	1814			7	
	1815			3	
+1816,8	1816			5	—14
	1817	P.	N.	6	
	1818			7	
	1819			6	
	1820		P.	10	22
	1821			9	
	1822			22	
—1823,2	1823			9	+44
	1824	P.F.		13	
	1825	P.		11	
	1826			5	28
	1827			12	
	1828			14	
+1829,5	1829	P.	P.	7	—35
	1830			14	
	1831			9	9
	1832			16	
—1833,8	1833			8	28
	1834		P.Æ.	4	
	1835		P.E.	28	28

TACHES.	ANNÉES.	TREMBLEMENTS.		ÉRUPTIONS.	
		Antilles.	Mexique.		
	1836			9	
+1837,2	1837	P.	T.N.	7	22
	1838		P.	6	
	1839	P.	N.	5	
	1840			6	
	1841			5	25
	1842	P.E.		9	
	1843	T.N.F.E.		18	
—1844,0	1844	N.		8	+43
	1845		N.	17	
	1846	P.		15	15
	1847		P.F.E.	19	
+1848,6	1848	P.		11	—41
	1849	P.		11	
	1850			10	
	1851	N.	P.	8	
	1852	T.N.F.	T.N.	29	72
	1853	P.		9	
	1854	P.	P.	16	
	1855	P.	P.	22	
—1856,2	1856			17	+60
	1857			21	
	1858			9	9
	1859			11	
+1860,2	1860		P.	5	—22
	1861			6	
	1862		P. } Guatemala.		
	1863		P. } Guatemala.	786	
—1867,2	1867	T.N.F.			
	1868	P.	T.N.		
+1870,7	1870		T.N.F.		

Sur trente-huit tempêtes seismiques aux Antilles, dix-sept se rapprochent des maxima des taches solaires et dix-sept des minima. Celles de 1846, 1851, 1852 et 1853 se trouvent presque à égale distance entre deux périodes de taches.

Sur trente-deux tempêtes seismique au Mexique, seize sont du côté des maxima et treize du côté des minima; celles de 1820, 1851 et 1852, entre deux périodes de taches.

Les maxima des éruptions volcaniques correspondent aux minima des taches et *vice versâ*.

P, plusieurs secousses; N, nombreuses; T. N., très-nombreuses; F., fortes; E, étendues.

recrudescence de 14 cas, en 1793. J'avais déjà signalé un second maximum de 20 cas d'orages à Paris, en 1794, ainsi qu'un léger maximum, en 1792, pour les ouragans aux Antilles. La recrudescence des éruptions volcaniques en 1852 (autre période de 7,6 ans, de 1848,6 à 1856,2) coïncide également avec de très-nombreuses secousses aux Antilles, au Mexique et en Californie. La tempête seismique, pour ainsi dire, se fit sentir dès 1842, devint désastreuse en 1843 à la Guadeloupe et atteignit le maximum des secousses en 1852, aux Antilles et au Mexique, et disparut en 1857 en Californie, après de fortes secousses d'une grande étendue. Mon tableau des orages à Paris offre aussi deux maxima de 17 cas, précisément en 1852 et 1853. Ces coïncidences sont-elles casuelles ou fortuites? M. Kluge avait déjà remarqué l'abondance seismique de l'année 1852, qu'il considère extraordinaire à cause des oscillations surprenantes des taches solaires, bien que le chiffre proportionnel de 52,2 de M. Wolf soit très-ordinaire. »

» Théoriquement, on peut concevoir que les maxima de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques devraient correspondre aux minima des taches solaires; mais, d'après les nombreux cas américains que j'ai analysés, les convulsions seismiques sembleraient s'accumuler presque en égale proportion sur les maxima et les minima des taches.

GÉOMÉTRIE. — *Recherche des conditions pour qu'une conique ait, avec une courbe donnée, un contact d'ordre déterminé.* Note de M. **Painvin**, présentée par M. Chasles.

« 1. Dans un premier Mémoire *On the conic of five-pointic contact at any point of a plane curve* (*Philosophical Transactions*, vol. CXLIX, p. 371-400; année 1859), M. Cayley détermina l'équation de la conique osculatrice (c'est-à-dire de la conique ayant un contact du quatrième ordre) en un point quelconque d'une courbe plane; M. G. Salmon avait déjà résolu cette question pour le cas d'une courbe du troisième ordre (*Philosophical Transactions*, p. 535; 1858). Dans un second Mémoire *On the sextatic points of a plane curve* (*Philosophical Transactions*, vol. CLV, p. 545 à 579; année 1865), M. Cayley revient sur ce problème, et détermine les points d'une courbe plane pour lesquels la conique a un contact du cinquième ordre; il établit que ces points sont sur une courbe de l'ordre $(12m - 27)$ dont il donne l'équation. Les calculs développés par M. Cayley ont certainement une grande élégance; mais ils sont fort longs, et l'introduction d'un assez grand nombre de notations symboliques en rend la lecture un peu pénible lorsqu'on veut les suivre dans tous leurs détails. Les deux Mémoires cités comprennent ensemble soixante-cinq pages.

» Je me suis proposé de reprendre cette question par des procédés beaucoup plus élémentaires; la seule notation symbolique que j'emploie est celle qui sert dans l'étude des polaires et qu'on utilise depuis longtemps

dans le Calcul différentiel. Pour trouver la conique ayant un contact d'ordre déterminé en un point M_0 d'une courbe donnée, je prends d'abord, comme l'ont fait MM. Salmon et Cayley, une conique quelconque tangente en M_0 à la conique polaire de ce point; puis je détermine l'*équation des droites* qui passent par le point M_0 et par les points d'intersection de cette conique avec la courbe. M. Cayley ne se sert pas de cette équation; il exprime directement que six points consécutifs de la courbe appartiennent à la conique.

» Je suis arrivé, par une voie très-simple, à former *explicitement* l'équation du système de droites, et à écrire ainsi les conditions qui doivent être remplies pour que la conique ait un contact *d'ordre quelconque* avec la courbe : c'est là le résultat nouveau que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. La méthode que j'ai suivie consiste à rapporter la courbe à trois droites, dont l'une est la tangente en M_0; l'autre est la corde qui passe par les points où la conique, qui doit être osculatrice, rencontre la conique polaire du point M_0; la troisième droite est arbitraire et assujettie seulement à passer par le point M_0.

» La forme sous laquelle se présentent les relations cherchées se prête aisément aux interprétations géométriques, comme on le verra dans cette première Partie de ma Communication, où j'applique mes formules aux courbes du troisième ordre.

» 2. Supposons la courbe donnée, d'ordre m, représentée par l'équation

$$\varphi(x, y, z) = 0;$$

désignons par x_0, y_0, z_0 les coordonnées du point où la conique doit avoir un contact d'ordre déterminé; par x_1, y_1, z_1 celles du point où la tangente en M_0 est rencontrée par la corde commune à la conique osculatrice et à la conique polaire du point M_0; par x, y, z celles d'un *point quelconque* de la corde commune.

» Après avoir posé

$$(1) \quad \begin{cases} [k]\,P^k = \left(x\,\dfrac{d\varphi}{dx_0} + y\,\dfrac{d\varphi}{dy_0} + z\,\dfrac{d\varphi}{dz_0}\right)^k, \\ [k]\,P_1^k = \left(x_1\,\dfrac{d\varphi}{dx_0} + y_1\,\dfrac{d\varphi}{dy_0} + z_1\,\dfrac{d\varphi}{dz_0}\right)^k, \\ [k]\,\Delta^k F_1 = \left(x\,\dfrac{dF}{dx_1} + y\,\dfrac{dF}{dy_1} + z\,\dfrac{dF}{dz_1}\right)^k, \quad [k] = 1.2.3\ldots k; \end{cases}$$

$$(2) \quad R_p = P_1^p (P_1^2)^{m-p},$$

l'ÉQUATION DES $(2m-3)$ SÉCANTES, *passant par le point* (x_0, y_0, z_0) *où la conique rencontre déjà la courbe en trois points confondus, et par les* $(2m-3)$ *autres points d'intersection distincts de* M_0, est

$$(3)\quad \left\{\begin{array}{l} -Y^{2m-3}\Delta^0 R_3 + XY^{2m-4}(P^1\Delta^0 R_4 - \Delta^1 R_3) \\ + X^2 Y^{2m-5}[-(P^1)^2\Delta^0 R_5 + P^1\Delta^1 R_4 - \Delta^2 R_3] \\ + X^3 Y^{2m-6}[(P^1)^3\Delta^0 R_6 - (P^1)^2\Delta^1 R_5 + P^1\Delta^2 R_4 - \Delta^3 R_3] \\ + X^4 Y^{2m-7}[-(P^1)^4\Delta^0 R_7 + (P_1)^3\Delta^1 R_6 \\ \qquad - (P_1)^2\Delta^2 R_5 + P^1\Delta^3 R_4 - \Delta^4 R_3] \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} = 0;$$

$X=0$ est l'équation de la tangente en M_0; $Y=0$ est celle d'une droite quelconque passant par le point M_0.

» *Remarque I.* — Les seconds membres des égalités (1) désignent des opérations symboliques; cette notation est parfaitement connue. Le second membre de l'égalité (2) désigne le produit de la quantité P_1^p par la *puissance effective* $(m-p)^{\text{ième}}$ de la quantité P_1^2.

» *Remarque II.* — Il ne faut pas perdre de vue la signification des notations suivantes :

$$(4)\qquad \Delta^0 P_1^i = P_1^i;\quad \Delta^i P_1 = P^i;$$

puis la relation

$$(5)\qquad \Delta^k (P_1^2)^p = 0,\quad \text{lorsque}\quad 2p < k;$$

ainsi que la formule de transformation

$$(6)\ \Delta^k(U_1V_1) = \Delta^k U_1\Delta^0 V_1 + \Delta^{k-1}U_1\Delta^1 V_1 + \Delta^{k-2}U_1\Delta^2 V_1 + \ldots + \Delta^0 U_1\Delta^k V_1.$$

III. Pour exprimer que la conique a 4, 5, 6, 7,... points d'intersection confondus en M_0, il faudra annuler les coefficients de X^0, X^1, X^2, X^3,...; on aura ainsi des équations qui contiennent les trois groupes de coordonnées

$$x_0, y_0, z_0;\quad x_1, y_1, z_1;\quad x, y, z.$$

La première relation, obtenue en égalant à zéro le terme indépendant de X, ne contient que x_1, y_1, z_1 (nous n'avons pas à nous préoccuper de x_0, y_0, z_0, qui sont supposés connus); elle détermine x_1, y_1, z_1. On sait que ce sont les coordonnées du point de rencontre de la tangente en M_0 avec la droite polaire de M_0 par rapport à la hessienne de la courbe donnée : c'est chose facile à démontrer.

» La deuxième relation, obtenue en égalant à zéro le coefficient de X, renferme x, y, z; c'est une relation entre les coordonnées d'un point quelconque de la corde commune à la conique polaire de M_0 et à la conique osculatrice; cette condition est

$$(7) \qquad P^1 \Delta^0 R_4 - \Delta^1 R_3 = 0.$$

» Les autres relations, obtenues en égalant à zéro les coefficients des autres puissances successives de X, suivant qu'on veut que l'ordre du contact soit plus ou moins élevé, renfermeront toutes x, y, z (x_0, y_0, z_0; x_1, y_1, z_1 sont maintenant des quantités connues); il faudra que ces relations soient vérifiées par toutes les valeurs de x, y, z, qui satisfont à la relation (7), c'est-à-dire que le premier membre de chacune de ces relations devra être divisible par le premier membre de l'équation (7).

» 3. *Application aux courbes du troisième ordre.* — Dans le cas des courbes du troisième ordre, l'équation (3) devient

$$(1^\circ) \qquad P_1^3 Y^3 + \Delta^1 P_1^3 X Y^2 + \Delta^2 P_1^3 X^2 Y + P^3 X^3 = 0,$$

et l'on a, en outre,

$$(2^\circ) \qquad P^3 = \varphi.$$

Pour que la conique rencontre la courbe φ en six points confondus, c'est-à-dire ait avec elle un contact du cinquième ordre, on a à satisfaire aux trois conditions :

$$(3^\circ) \qquad \begin{cases} \varphi(x_1, y_1, z_1) = 0, \\ \Delta^1 P_1^3 = x \dfrac{d\varphi}{dx_1} + y \dfrac{d\varphi}{dy_1} + z \dfrac{d\varphi}{dz_1} = 0, \\ \Delta^2 P_1^3 = \left(x \dfrac{d\varphi}{dx_1} + y \dfrac{d\varphi}{dy_1} + z \dfrac{d\varphi}{dz_1} \right)^2 = 0. \end{cases}$$

» La première égalité exprime que le point (x_1, y_1, z_1) est sur la courbe; la deuxième équation, qui est celle de la corde commune, définit la tangente à cette courbe en (x_1, y_1, z_1). La dernière des équations (3°) est celle de la conique polaire du point (x_1, y_1, z_1) par rapport à la courbe φ; or cette équation doit être vérifiée par toutes les valeurs de x, y, z qui satisfont à la deuxième des équations (3°), ce qui revient à dire que la conique polaire du point (x_1, y_1, z_1) se réduit à deux droites dont l'une est la tangente en (x_1, y_1, z_1); ce point est donc un point d'inflexion pour la courbe proposée. Nous avons ainsi les propriétés suivantes, dont la plupart sont connues :

» *Les points d'une courbe* φ *du troisième ordre (cubique), en lesquels une conique peut avoir un contact du cinquième ordre, sont ceux pour lesquels la tangente passe par un des points d'inflexion de la courbe; la corde commune à la conique surosculatrice et à la conique polaire de son point de contact est la tangente au point d'inflexion correspondant. De chaque point d'inflexion on peut mener trois tangentes à la courbe* φ, *ce qui donnera les points de contact de trois coniques osculatrices; la corde commune à ces trois coniques et à la polaire conique correspondante est la même.*

» *Il y a, en tout, vingt-sept coniques ayant avec la cubique un contact du cinquième ordre; parmi ces coniques, neuf au plus, trois au moins sont réelles.*

» *Lorsque la cubique est de quatrième classe, il n'y a plus que trois coniques ayant un contact du cinquième ordre; il n'y en a plus lorsque la cubique est de troisième classe.* »

MÉTÉOROLOGIE. — *Réponse aux remarques de M.* Faye *sur les trombes terrestres et solaires;* par M. **Th. Reye.**

« M. Faye a bien reconnu, il est vrai, que « ma théorie des taches so- » laires échappe désormais à son objection »; mais il a vivement combattu ma théorie des trombes, fondement même de mon explication des taches.

» Dans une première Note (1), M. Faye essaye de démontrer que les trombes sont toujours descendantes et non ascendantes; il appuie sa démonstration, dite *par l'absurde*, sur un dessin de la trombe de Königswinter. Il est regrettable que la description parfaite qu'en a donnée M. von Rath (2) prouve, d'une manière évidente, que cette trombe était ascendante et non descendante; que l'air y affluait de toutes parts vers la base, pour monter ensuite, tandis que, au centre de la base, l'air était raréfié (3).

(1) *Comptes rendus*, séance du 17 novembre 1873, t. LXXVII, p. 1122-1130.

(2) Voir Poggendorff, *Annalen der Physik und Chemie*, t. CIV, p. 631-640.

(3) Au commencement, la trombe de Königswinter était formée par une colonne de poussière, qui s'élevait à une hauteur de 2000 pieds, et, quoi qu'en dise M. Faye, il est inpossible d'admettre que cette poussière soit descendue des nuages. Lorsque la trombe atteignit le Rhin, l'eau écumante du fleuve se souleva sur une superficie de vingt pas de diamètre et jaillit jusqu'à 20 ou 30 pieds, en décrivant une sorte de couronne. L'intérieur de ce cercle s'élevait en forme de bouclier couvert d'écume et ressemblait à une île plate.

Après avoir traversé le Rhin, la trombe se transforma de nouveau en une colonne de poussière, qui surpassait en hauteur le Drachenfels (850 pieds). Elle marqua son passage à travers les moissons, par une longue traînée d'épis abattus; or, au milieu de la traînée, cor-

» En présence des faits cités dans cette description, la démonstration par l'absurde de M. Faye est évidemment inadmissible. L'ingénieux savant a oublié que l'air affluant à la base d'une trombe est transparent, et partant invisible, et que les dessins des trombes ne nous montrent que leurs parties intérieures, rendues visibles par de la poussière ou du brouillard.

» Tout le monde sait que, dès l'abord, MM. Secchi et Respighi ont vigoureusement attaqué la nouvelle théorie des taches solaires proposée par M. Faye, et que ce dernier leur a toujours opposé l'analogie des cyclones et des trombes terrestres. Les deux éminents spectroscopistes italiens n'ont pas encore changé d'opinion, et aucun autre astronome distingué ne s'est approprié la théorie de M. Faye. Cela n'empêche pas M. Faye de répondre à M. Tarry, et aux autres météorologistes qui nient cette prétendue analogie, que ses notions concernant les trombes, et spécialement leur mouvement descendant, « sont parfaitement établies pour le Soleil ».

» Dans une seconde Note (1), M. Faye essaye de tourner en ridicule mon explication des trombes; il y parvient en interprétant d'une manière très-exclusive quelques-uns des faits d'observation cités par moi, et en omettant tous ceux qui m'ont conduit à ma théorie de ces phénomènes. Par exemple, ce n'est pas moi, mais M. Faye qui dit que « tous les caractères » des trombes se retrouvent dans la trombe de Hainichen »; mais, au point de vue météorologique, la trombe de Königswinter est beaucoup plus importante, attendu qu'à Hainichen l'attention s'était concentrée presque exclusivement sur les effets mécaniques de la trombe.

» J'ai constaté que le calme de l'atmosphère précède très-souvent les trombes, et que dans le Catalogue de Peltier, sur trente-trois trombes, il y en a vingt qui sont notées *calme*, le plus souvent *calme complet* ou *calme autour*. Personne n'ira dire que ce calme règne tout près de la trombe, même là où

---

respondant au centre de la base de la trombe, les épis gisaient dans la direction suivie par la colonne; sur les côtés, ils étaient tournés vers le milieu.

Quand la trombe repassa le Rhin, à sa partie inférieure, formée d'écume et de brouillard, se joignait une corne blanche qui s'était abaissée des nuages. Sur l'autre rive du Rhin, cette masse d'écume se détacha du sol et s'éleva vers les nuages, suivie d'une colonne sombre de poussière et de sable, dont elle était distinctement séparée par une ligne horizontale. A la fin du phénomène, on observa que toute la colonne se séparait du sol et que les matières soulevées montaient dans la partie supérieure de la trombe, qui avait la forme d'un entonnoir. Pendant la pluie torrentielle et la grêle qui suivirent immédiatement la trombe, il tomba, sur un vaisseau, des fleurs et des épis.

(1) *Comptes rendus*, 1er décembre 1873, t. LXXVII, p. 1256-1264.

les arbres les plus forts sont abattus par la violence du météore. M. Faye, qui donne cette interprétation singulière à l'expression de Peltier, paraît oublier que son explication des trombes serait, ainsi que la mienne, en contradiction avec un tel fait. Il m'accordera peut-être qu'un *calme complet* peut régner avant et après l'apparition de la trombe, et un *calme autour* à une distance assez grande, en comparaison au diamètre de la trombe.

» M. Faye a passé sous silence tous les faits qui montrent que les trombes sont ordinairement ascendantes; j'essayerai de combler cette lacune.

» On a de nombreux exemples de trombes qui, par des canaux comparativement étroits, soulèvent la poussière et le sable du sol vers le ciel (1). M. Faye soutient (2) que « jamais une trombe ne fait passer des corps légers » par son canal, comme l'ont cru tant de témoins ».

» M. Faye passe sous silence le fait remarquable que, dans tous les cas où le baromètre a été observé dans une trombe, il a accusé un très-fort abaissement, comme dans l'intérieur des cyclones. A Rouen, par exemple, le baromètre marquait $757^{mm},25$ à midi, le 19 août 1845; vers 1 heure, il ne marquait plus que $740^{mm},91$, et vers $1^h 15^m$ la trombe de Monville-Malaunay renversa à l'Houlme, situé à 8 kilomètres de Rouen, une sécherie et déracina 180 gros arbres (3). Or, à la différence observée de $16^{mm},34$, correspond la vitesse énorme de 59 mètres par seconde, avec laquelle l'air

---

(1) Dans les déserts d'Afrique, Bruce observait « des colonnes de sable d'une hauteur étonnante qui se mouvaient tantôt très-vite, tantôt avec une lenteur majestueuse ». Sur le Gange, Stephenson a fréquemment remarqué de semblables colonnes de sable, qui tourbillonnaient rapidement et dont quelques-unes, mesurant un diamètre de 12 pieds, montaient jusqu'aux nuages. Au Mexique, Lyons observa des colonnes de poussière qui s'avançaient lentement et auxquelles il attribue la hauteur à 200 à 300 pieds. Aux Indes-Orientales, Fyers a vu des colonnes de sable qui avaient un diamètre de 18 pieds et une hauteur de plusieurs centaines de pieds. Humboldt (*Tableaux de la nature*, t. I, p. 43, traduction de Eyriès; Paris, 1808) donne la description suivante des tourbillons observés par lui dans les Landes et les déserts de l'Amérique du sud : « Pareil à une vapeur, le sable s'élève au milieu du tourbillon raréfié et peut être chargé d'électricité, tel qu'une nuée en forme d'entonnoir, dont la pointe glisse sur la terre, et semblable à la trombe bruyante redoutée du navigateur expérimenté ». Au sujet des colonnes de poussière qui, en Australie, renversent fréquemment les tentes des orpailleurs, Thomas Belt nous raconte que « la poussière et les feuilles arrachées rendent distinctement visible leur mouvement ascendant en spirales. Elles s'élèvent à une hauteur considérable au-dessus des nuages de poussière qui en entourent les pieds ».

(2) *Comptes rendus*, 1er décembre 1873, t. LXXVII, p. 1263.

(3) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 498, 1845.

environnant devait affluer au centre de dépression. Telle est l'explication que j'ai donnée du fait que, dans beaucoup de trombes, l'air afflue de tous côtés; c'est en vain que M. Faye essaye de la tourner en ridicule (1).

» Selon M. Faye, « une trombe est évidemment une sorte de machine, » un appareil de transmission de la force, fonctionnant régulièrement, » comme un axe qui tourne en portant à son extrémité un outil prêt à agir » sur tout obstacle qu'on lui présente »; mais il ne nous dit pas par quelle force est produit le prétendu courant descendant qui forme l'axe de son appareil « fort étonnant sans doute ». Enfin, il ne nous donne aucune réponse aux questions suivantes :

» 1° Pourquoi cette machine travaille-t-elle presque exclusivement en été et pendant les journées chaudes, surtout dans les déserts brûlants?

» 2° Pourquoi agit-elle de préférence quand l'air est calme, ou que le vent est léger et régulier?

» 3° Pourquoi la pression de l'atmosphère s'abaisse-t-elle à sa base, au lieu d'augmenter?

---

(1) Dans la route rectiligne parcourue par la trombe de Monville-Malaunay, Pouillet (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 548; 1845) distingue trois bandes parallèles. Dans la bande centrale, beaucoup de pommiers séculaires étaient arrachés avec une force épouvantable, enlevés et transportés à 50 mètres de distance; à droite et à gauche, dans les deux bandes latérales, les arbres étaient seulement brisés ou déracinés, et couchés dans des directions opposées l'une à l'autre, et convergeant vers la bande centrale. D'après le Rapport de M. Nell de Bréauté (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 494; 1845), c'est vers $12^h 35^m$ que cette trombe a détruit trois filatures à Monville, situé à 15 kilomètres de Rouen. M. Nell écrit : « Notre pays (de la Chapelle, près de Dieppe), aux distances de 24 à 38 kilomètres de Monville, est couvert de débris provenant des trois filatures : ardoises, planches, pièces de charpente mêlées de coton, etc.; la grande majorité de ces débris tombait de $12^h 45^m$ à 1 heure. » Parmi ces débris se trouvait une planche de $1^m,4$ de longueur sur $0^m,12$ de largeur et $0^m,01$ d'épaisseur, qui tombait d'une hauteur telle, qu'à première vue, « elle ne paraissait pas plus grosse qu'un petit brin de paille. Des planches beaucoup plus fortes se trouvent en assez grande quantité entre Forey et Saint-Nicolas (distance moyenne de Monville, 34 kilomètres); de plus, des feuilles de papier, qui paraissent être la liste des ouvriers des fabriques ».

Dans le tornado de Natchez (le 7 mai 1840), qui occasionna la mort de trois cent dix-sept hommes, le baromètre tomba subitement de 3 millimètres. Nous devons à M. Reid le rapport d'une trombe qui, le 21 mai 1836, sur l'Euphrate, fit couler le bateau à vapeur le *Tigris*. A travers le désert s'avançait un nuage dense et noir; il consistait en masses de poussière rouge qui s'élevaient vers une nuée assez basse et qui s'en précipitaient ensuite dans des torrents de pluie. Pendant l'orage, le baromètre s'abaissa de 5 millimètres.

» 4° Pourquoi, malgré l'impétueux courant descendant, la poussière et les objets légers s'élèvent-ils ordinairement à l'intérieur des trombes?

» 5° Pourquoi les arbres arrachés et les épis abattus sont-ils couchés dans des directions convergeant vers la base de la trombe?

» Tous ces faits d'observation, qui sont en contradiction avec la théorie de M. Faye, s'expliquent suffisamment dans la mienne, qui s'applique également aux cas très-rares des trombes descendantes.

» J'annoncerai, en terminant, que je n'ai pas l'intention de continuer cette discussion. Dans mon Ouvrage sur les cyclones, tornados et trombes, j'ai développé mes idées concernant ces météores; c'est à cet Ouvrage que je préfère renvoyer. »

M. **Faye**, à la suite de cette lecture, fait les remarques suivantes :

« Je suis frappé de rencontrer, dans la lettre du D[r] Reye, le reproche d'avoir tourné en ridicule sa théorie. Si j'avais eu cette intention, au lieu de citer avec éloge et de traduire avec soin d'excellents passages de son livre, j'aurais cité et traduit les pages 12-14, qui prêteraient quelque peu à une innocente plaisanterie. Mais il est vrai, et je ne m'en défends pas, que j'ai tâché d'en faire voir les défauts; et, comme il s'agit d'une question fort singulière par elle-même, celle de savoir si le mouvement gyratoire de l'air dans les trombes est ascendant ou descendant, l'opposition des deux opinions est telle, que celle des deux qui est fausse doit conduire, il faut bien l'avouer, aux plus bizarres conséquences.

» Je n'ai donc pas manqué de rappeler en passant la déception des témoins oculaires qui, croyant avoir *vu les trombes pomper l'eau de la mer et les nuages se gonfler peu à peu de ce singulier tribut*, s'attendaient à recevoir de l'eau salée en guise d'averse et se hâtaient de goûter l'eau de pluie, ou bien la persuasion non moins singulière de ceux qui, ramassant sur le sol, après le passage d'une trombe en plein été, des branches et des feuilles couvertes de givre, croyaient qu'elles avaient été enlevées jusque dans la région des nuages glacés. J'espère ne pas avoir pour cela tourné en ridicule d'honorables et même de savants observateurs, mais j'ai voulu mettre en plein relief : 1° un trait caractéristique du phénomène, celui qui produit si puissamment l'illusion susdite; 2° la stricte obligation qui nous est imposée de n'accepter, du moins au titre décisif de témoignage *de visu*, que les assertions exemptes d'appréciations personnelles.

» De même, j'ai dû insister vivement sur cette conséquence forcée de la théorie du D[r] Reye, à savoir que ses courants horizontaux concentriques

doivent se relever brusquement au centre, par un coude bien étrange, pour s'élancer verticalement par l'étroite ouverture de la trombe, et, comme celle-ci marche parfois aussi vite qu'une locomotive en pleine vitesse, *au sein du calme des régions inférieures*, je notais que les courants doivent s'arranger pour converger avec la même vitesse (malgré *le calme autour* des témoins), exactement vers cet anneau mobile et le suivre dans sa course dévastatrice. C'est de la discussion sérieuse et rien de plus. Si le Dr Reye y trouve quelque chose de bizarre, ce n'est pas moi qui l'y ai mis.

» Reste le mot de démonstration *par l'absurde*. Il ne s'applique nullement à la théorie de M. Reye que je trouve inexacte, mais non absurde. Ce mot caractérise, tout le monde le sait, et spécialement le Dr Reye qui a fait un livre sur la Géométrie de position, le mode de démonstration tout seul. J'en ai rappelé le nom géométrique, justement parce qu'il est rare de trouver en Physique l'occasion d'utiliser ce genre d'argument. Il faut pour cela qu'une question puisse être ramenée à des termes d'une excessive simplicité. Or j'y ai réussi pour les trombes, et je tiens ma démonstration pour tout aussi valable que celle d'une proposition de Géométrie par le même procédé. M. Reye lui oppose aujourd'hui que les trombes sont invisibles par le pied. Cela peut arriver; les dessins si intéressants que le commandant Mouchez nous présentait récemment montrent que l'extrémité inférieure peut devenir transparente. La trombe existe néanmoins, mais ce n'est pas là le cas ordinaire. La figure sur laquelle j'ai basé mon raisonnement est précisément celle de la trombe de Königswinter, dont M. Reye veut se faire un argument. Je l'ai prise, ou plutôt je l'ai *calquée* moi-même sur son livre, ainsi que l'auteur peut s'en assurer en superposant le croquis des *Comptes rendus* à sa propre esquisse.

» D'ailleurs, que la trombe soit ou non transparente au pied, elle agit toujours de la même manière : elle fouette l'eau en tous sens, elle la fait bouillonner et la projette autour d'elle en écume. Alors j'ai demandé à M. Reye ce que deviennent, à ce moment, ces courants horizontaux convergents qui doivent se relever brusquement pour se précipiter dans le tube plus ou moins vertical de la trombe; et, pour mieux faire ressortir l'argument, j'ai pris la forme *per absurdum*, en montrant qu'à mesure que l'orifice de la trombe se rapproche du sol la masse d'air qui s'y engage doit diminuer, et par suite l'énergie de la trombe diminue aussi; qu'au moment où elle touche le sol ou l'eau cette masse d'air ascendante qui alimente la trombe par cet orifice doit être nulle, et qu'avec elle par consé-

quent doit disparaître toute puissance mécanique. Or c'est justement à ce moment que la trombe manifeste son énergie, qu'elle produit ses ravages. Certes, je ne trouverai pas mauvais que, dans cette discussion, MM. les astronomes et physiciens italiens ou allemands emploient le même mode de démonstration à l'égard de ma théorie, s'ils en trouvent le moyen. La réduire *ad absurdum* sera la meilleure manière de m'y faire renoncer et d'écarter enfin des idées que personne, pour cela, n'aura voulu traiter d'absurdes.

» Quant au peu d'adhésion que ces idées auraient rencontré chez les astronomes étrangers, je suis plus patient que M. le Dr Reye, et je l'ajourne simplement à un an ou deux : il en jugera peut-être alors tout autrement. La question n'est pas si facile; elle est très-complexe, puisqu'il s'agit de phénomènes multiples que les uns étudient par des mesures de précision et l'analyse mathématique, d'autres avec l'analyse spectrale, d'autres avec leur imagination. Il faut attendre que ces derniers se convainquent enfin, à leurs dépens, qu'on ne devine pas la nature. Il faut attendre que, parmi les deuxièmes, quelques-uns veuillent bien ne pas se borner au seul emploi du spectroscope et considérer un peu le côté mécanique du phénomène. Il faut attendre enfin que, parmi les premiers, quelques-uns veuillent bien accorder un coup d'œil à la grande face physique du problème. Il faut du temps pour tout cela. En attendant, je continuerai à faire ce qui est en mon faible pouvoir pour hâter les adhésions qui me manquent encore, mais qui ont parfois manqué plus longtemps à de plus importantes vérités. Je tâcherai donc de répondre à quelques-unes des questions bien difficiles, je le reconnais, que M. Reye me pose tout en déclarant qu'il ne veut pas poursuivre cette discussion. Car moi, je n'y renonce pas; je compte la continuer dès que mes obligations actuelles me le permettront. »

PHYSIQUE. — *Sur la période variable, à la fermeture du circuit voltaïque. Réponse à M.* Blaserna. Note de M. **A. Cazin**, présentée par M. Jamin.

« Il y a, dans la Communication que j'ai faite à l'Académie le 14 juillet dernier, deux résultats principaux, qu'il est utile de distinguer pour préciser la question en litige :

» 1° Lorsque l'intervalle de dérivation change de place dans le circuit, qu'il est formé par une partie rectiligne ou par une partie enroulée en spi-

rale, l'effet galvanométrique observé n'est pas le même; il est une fonction du temps, essentiellement différente dans les deux cas.

» Ce résultat, n'étant pas contesté, est hors de cause.

» Il conduit à l'objection que j'ai faite à la méthode de M. Blaserna : cette méthode peut bien faire connaître l'état de la portion du circuit formée par le galvanomètre; mais les courbes qui se rapportent à cette portion ne me paraissent pas devoir convenir aux autres portions du circuit. M. Blaserna admet, je crois, cette conclusion : les courbes sinueuses qu'il obtient, dans chaque série d'expériences, représentent seulement ce qu'il a observé dans la portion galvanométrique de son circuit, et il ne faudrait pas les regarder comme représentant l'état général du circuit entier. C'est à cause de cela que je ne crois pas que sa méthode puisse servir à découvrir la loi des variations du potentiel en un point quelconque du circuit.

» 2° Les courbes ayant pour ordonnées les différences de potentiel moyen aux points de dérivation, et pour abscisses les époques où la dérivation s'accomplit, n'ont pas de sinuosités; lorsque l'intervalle de dérivation est enroulé en spirale, l'ordonnée passe seulement par un maximum. C'est sur les conséquences que l'on peut tirer de cette observation que doit porter la discussion.

» M. Blaserna cite une expérience qu'il a faite sur les courants dérivés. Cette citation donne lieu aux remarques suivantes :

» En premier lieu, l'expérience dont il s'agit (*Journal des Sciences naturelles de Palerme*, t. VI, 1870, § XXIV, p. 101 du Mémoire de l'auteur) n'est pas relative à la période variable de fermeture du circuit principal, la seule dont il soit question : elle concerne l'établissement d'un courant dérivé, lorsque l'état permanent a été atteint dans le circuit principal. La série VIIa *bis*, qui représente cette expérience, fait connaître $\int_0^t idt$ dans la branche de dérivation, pour 15 valeurs de t variant de $0^s,000323$ à $0^s,002196$. On peut dire qu'elle se rapporte à la portion de circuit dérivé, constituée par le galvanomètre, et elle ne me semble pas comparable aux expériences que j'ai décrites; car, dans celles-ci, une dérivation de durée constante est établie à diverses époques, pendant la période variable de fermeture du circuit principal. Je n'ai trouvé dans le Mémoire italien aucune expérience faite dans les conditions où j'étais placé.

» Mon savant contradicteur fait un calcul qui reproduit une courbe analogue à la mienne, en partant de la série VIIa *bis* que je viens de citer. Si ce calcul a seulement pour but de montrer une analogie entre deux

sortes d'expériences, distinctes d'ailleurs, je l'accepte volontiers; mais puisque M. Blaserna dit, à la suite de ce calcul, que c'est bien le phénomène décrit par moi, je crains qu'il ne m'ait pas compris.

» En second lieu, M. Blaserna pense que ma méthode est quinze ou vingt fois moins précise que la sienne; et, en effet, le calcul dont je viens de parler offre ceci d'intéressant, que la courbe des i, calculée d'après les aires $\int idt$, présente des sinuosités ou un simple maximum, suivant la largeur des aires partielles qu'on introduit dans le calcul. Le meilleur moyen de répondre à cette objection est de citer de nouveaux faits.

» J'ai substitué à la lame de dérivation de mon appareil, ayant primitivement 2 millimètres d'épaisseur, une nouvelle lame d'un quart de millimètre, par conséquent huit fois moins épaisse que la première. La durée du contact de dérivation a été réduite de cette façon à $\frac{1}{20000}$ de seconde, valeur inférieure à la durée des oscillations calculées par M. Blaserna. L'appareil est un peu plus difficile à régler que précédemment; mais les résultats sont les mêmes. Je les rapporterai avec détail dans un Mémoire qui doit paraître prochainement dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

» S'il y a des oscillations du potentiel en chaque point du circuit, leur période serait, dans les circonstances où j'ai opéré, inférieure à $\frac{1}{20000}$ de seconde, et elles n'auraient pas le caractère de celles qu'a décrites le savant italien.

» On voit déjà que j'ai rendu mon appareil huit fois plus sensible. On peut accroître sa sensibilité en augmentant la hauteur de chute. Un appareil de 4 mètres serait aussi sensible que celui de M. Blaserna. Les déviations que j'ai observées ont dépassé 20 degrés, avec une pile de 40 éléments de Bunsen et un galvanomètre ordinaire. On peut donc réduire encore la durée du contact de dérivation, sans craindre de rendre l'effet inappréciable.

» Si l'on considère que M. Blaserna et moi, nous étions placés dans des circonstances très-différentes, que le nombre des éléments de la pile était toujours considérable dans mes expériences, petit dans les siennes, on ne doit pas se hâter de conclure qu'il y a désaccord entre nous. Les dernières observations que j'ai communiquées à l'Académie (10 novembre 1873) sont favorables à l'idée du mouvement électrique vibratoire; mais, si la durée de la vibration est au-dessous d'une certaine limite, cette vibration échappe à toutes les méthodes expérimentales employées jusqu'à ce jour.

» L'appareil dont j'ai fait usage a été construit particulièrement pour

mesurer la durée totale de la période variable de fermeture. A ce point de vue, j'espère que les physiciens le trouveront très-commode et suffisamment précis; quant au mode d'établissement du courant, cet appareil ne peut évidemment faire connaître qu'un état moyen; les données expérimentales qu'il est capable de fournir n'en auront pas moins leur utilité. »

CHIMIE. — *Sur les conditions de la formation du borax octaédrique.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Pasteur.

« Depuis les observations de MM. Payen, de Robiquet et Pellerin, on sait que le borax peut former avec l'eau deux hydrates contenant, l'un 5 équivalents et cristallisant en octaèdres réguliers, l'autre 10 équivalents et cristallisant en prismes rhomboïdaux obliques. On admet communément que les cristaux à 5 HO constituent une forme du borax stable seulement à une température relativement élevée, et que le sel à 10 HO est la forme stable à basse température, assimilant ainsi les deux variétés de borax aux formes dimorphiques du soufre, des acides arsénieux et antimonieux, etc. *A priori*, une pareille assimilation n'a pas de raison d'être, puisqu'il s'agit ici de deux corps ayant une constitution différente; mais on l'a étayée sur ce fait que la solution concentrée de borax donnait par refroidissement, jusqu'à 56 degrés par exemple, d'autant plus de borax octaédrique qu'elle avait été plus longtemps soumise à l'influence d'une température élevée. La chaleur déterminerait ainsi, dans la dissolution, la transformation moléculaire qui produirait le borax octaédrique.

» Le fait d'une transformation de ce genre, dans les substances qui présentent le dimorphisme, est assez fréquent pour qu'on l'ait admis dans ce cas différent sans en contrôler sérieusement l'exactitude; je vais indiquer sommairement quelques expériences qui établissent que les solutions de borax ne subissent pas la modification dont il s'agit lorsqu'on les chauffe pendant un temps quelconque et que les phénomènes auxquels elles donnent lieu ne présentent pas la complication qu'on leur avait attribuée.

» Lorsqu'on dissout du borax dans l'eau, en dépassant peu la saturation, la solution reste sursaturée et se conserve indéfiniment liquide, à la température ordinaire, dans un ballon de verre dont le col, maintenu incliné, ne permet pas aux poussières cristallines disséminées par l'opérateur de rencontrer le liquide. Vient-on à le toucher avec une parcelle de borax prismatique, l'excès de sel dissous se dépose rapidement sous forme de cristaux prismatiques.

» Si la solution est très-concentrée, si elle contient par exemple à 12 degrés plus de 1,5 de sel pour 2 d'eau distillée, si, de plus, elle est conservée à l'abri des poussières de borax, elle abandonne peu à peu spontanément des cristaux octaédriques qui restent transparents au milieu de la solution, laquelle est encore assez riche en sel pour être sursaturée, et l'on pourrait y faire naître des cristaux prismatiques par le contact d'une parcelle à 10 équivalents d'eau.

» Ce dépôt de cristaux octaédriques, dont l'abondance dépend de la concentration du liquide, s'effectue à toutes les températures pendant le refroidissement, même à 8 degrés; le poids de ce dépôt est le même dans les solutions que l'on a soumises à une ébullition de plusieurs heures (sans perte d'eau) et dans celles dont l'ébullition n'a duré qu'une minute.

» De plus, si, par évaporation dans le vide, on concentre la solution, elle abandonne peu à peu, sous forme de cristaux octaédriques, tout le sel qu'elle contient.

» Il en est de même lorsqu'on fait à froid une solution de borax avec un grand excès d'eau, pour éviter les parcelles non dissoutes, et qu'on la concentre peu à peu dans le vide sec à une température de 10 à 12 degrés; tout le sel se dépose ainsi en octaèdres sans résidu.

» Ainsi les formes octaédrique et prismatique que présente le borax peuvent s'obtenir toutes deux à basse température, la première spontanément et par le refroidissement d'une solution chaude ou l'évaporation à froid d'une solution étendue : sa production est analogue à celle des cristaux de $NaOSO^3 + 7HO$ dans les solutions concentrées de sulfate de soude; l'autre ne se produit dans les solutions sursaturées qu'au contact d'un cristal prismatique, comme les cristaux de $NaOSO^3 + 10HO$, qui ne se forment qu'au contact d'un cristal de cette substance ou d'un corps isomorphe. C'est un cas particulier d'un phénomène dont j'ai signalé depuis longtemps la généralité, et il n'y a pas lieu d'attribuer à l'action prolongée de la chaleur sur la solution de borax un effet d'une nature particulière.

» D'après cela, l'explication des faits observés sur le borax est des plus simples. La température de 56 degrés qu'on a indiquée comme limite inférieure à la production du borax octaédrique n'est, en réalité, qu'une température voisine de la limite supérieure à laquelle on peut observer la production du borax prismatique, car le sel perd une partie de son eau à cette température.

» De plus, si les cristaux octaédriques abandonnés à l'air des fabriques

ou des laboratoires y deviennent peu à peu d'un blanc opaque et semblent s'effleurir, cela tient à ce que l'eau mère interposée entre les assises cristallines est, en réalité, sursaturée, c'est-à-dire contient plus de borax qu'elle ne dissoudrait de sel à 10 équivalents à cette température, mais plus assez pour déposer du sel à 5 équivalents; par suite, l'arrivée d'une parcelle prismatique produit dans cette eau mère des cristaux interposés d'une forme et d'un indice de réfraction différents : il en résulte une tache blanche qui envahit graduellement la masse entière.

» Je me suis du reste assuré que des cristaux octaédriques transparents, obtenus dans le vide sec par une évaporation prolongée pendant un mois, sont restés plusieurs jours parfaitement limpides dans l'air saturé d'humidité.

» Quant à l'augmentation de la quantité de borax octaédrique déposée par suite d'une ébullition prolongée, augmentation que plusieurs chimistes ont signalée, elle tient sans doute à ce qu'on aura négligé de retenir dans l'appareil toute la vapeur d'eau dégagée pendant l'ébullition; il en sera résulté une solution plus concentrée qui devait abandonner, par le refroidissement, une plus grande quantité de borax octaédrique. »

GÉOLOGIE. — *Constitution géologique des îles voisines du littoral de l'Afrique, du Maroc à la Tunisie.* Mémoire de M. **Ch. Vélain**, présenté par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait par l'auteur.)

« Le commandant Mouchez, chargé de faire l'hydrographie des côtes de l'Algérie, ayant manifesté le désir de prendre à son bord un géologue qui pût compléter par des études géologiques le tracé des côtes, qu'il devait terminer cette année, M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu, au mois de mai dernier, solliciter près de M. le Ministre de la Marine mon embarquement à bord du *Narval*, sur la recommandation bienveillante de MM. de Lacaze-Duthiers, Hébert et Daubrée. Qu'il me soit permis de remercier vivement ici M. le commandant Mouchez, dont je ne saurais trop exalter le dévouement à la science, pour le soin qu'il a pris de rendre ma tâche plus facile en mettant sans cesse à ma disposition toutes les ressources du bord. Je dois remercier au même titre tous les officiers du *Narval*, dont je n'oublierai jamais l'accueil empressé.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les cartes géologiques des différentes îles de la Méditerranée voisines du littoral, comprises entre le cap del Agua (Maroc) et le cap Negro (Tunisie), en les

accompagnant du résumé succinct des observations que j'ai pu faire sur chacune d'elles.

» *Iles Zafarines.* — Ces îles, au nombre de trois : île du Roi, île Isabelle, île du Congrès, sont situées au nord du cap del Agua, à 3000 mètres environ de la côte marocaine; elles sont petites et très-rapprochées l'une de l'autre. Le gouvernement espagnol a fait établir un pénitencier sur l'île Isabelle et s'apprêtait à fortifier celle du Congrès, la plus élevée des trois (145 mètres). Ces îles sont essentiellement formées d'un trachyte granitoïde d'aspect violacé, très-feldspathique, avec larges paillettes hexagonales de mica bronzé; elles sont en grande partie recouvertes par des travertins rougeâtres, tantôt compactes, tantôt faiblement agrégés et renfermant de nombreux *Helix*, parmi lesquels je citerai, comme plus abondants : *Helix abrolena*, Bourg. C.-C.; *H. pisana*, Müller; *H. xanthodon*, Anton.; *H. Lucasi*, Desh., et deux belles espèces nouvelles voisines de ce dernier. Sur ces îles vivent maintenant les *Helix xanthodon* et *soluta*, Mich. : la première de ces deux espèces est surtout en telle abondance, qu'en certains points les îles dénudées du Roi et du Congrès paraissent toutes blanches. Je n'ai pu trouver un seul *H. zafarina*, Beck. Cette espèce, qui y a été souvent citée, pourrait bien avoir été confondue avec les grandes variétés de l'*H. xanthodon*. Je ne fais aujourd'hui que citer ces faits sans les commenter, me réservant d'y revenir quand j'aurai montré que les mêmes travertins à *Helix*, d'origine relativement récente, prennent sur la côte un grand développement; je pourrai alors préciser l'époque à laquelle ces îles ont été séparées du continent.

» La dernière de ces îles à l'ouest, l'île du Congrès, présente à son extrémité nord un puissant massif de phonolithe porphyrique rougeâtre, avec cristaux allongés de ryacolithe et d'amphibole, dont l'éruption paraît postérieure à celle des trachytes.

» *Ile Rachsgoün.* — Cette île est située sur la côte d'Algérie, à l'ouest du cap Oussa, à 2100 mètres environ de l'embouchure de la Tafna. Elle se compose d'un basalte gris compacte, qui forme, sur la côte voisine, des terres hautes à l'est de la Tafna ; ce basalte est accompagné de scories volcaniques et de pouzzolanes rougeâtres, dont l'exploitation, commencée autrefois pour les constructions sous-marines du port d'Oran, a déjà été signalée par M. Ville. Ces scories renferment des amas de pyroxène augite décomposé et de gros cristaux, roulés de feldspath orthose vitreux, fort remarquables (1).

---

(1) Les collections géologiques du Muséum possédaient déjà une série des minéraux et des roches de cette île, recueillis par M. le Dr Guyon.

A l'extrémité sud de l'île se trouvent des dépôts quaternaires très-puissants (25 à 30 mètres), qui vont se terminer en biseau vers l'extrémité opposée de l'île; ce sont d'abord des travertins gris, empâtant de nombreux débris de roches volcaniques sous-jacentes, passant à des tufs rougeâtres et remplis de coquilles terrestres : *Bulimus decollatus* et *pupa*, *Cyclostoma sulcatum*, *Helix soluta*, *Lucasi*, *punctata*, *aspersa* et *euphorca;* toutes ces espèces sont actuellement vivantes en Algérie. Puis viennent au-dessus des couches plus sableuses, grises ou jaunâtres, sans fossiles (8 à 10 mètres) et de nouveaux tufs à *Helix* très-fossilifères : la faune y est la même que précédemment, avec cette seule différence que l'*H. punctata* est remplacée par l'*H. lactea*. Dans ces deux assises l'*H. euphorca*, Bourg., est de beaucoup la plus abondante; cette espèce habite maintenant les parties centrales de la Tunisie et le sud de la province de Constantine. C'est une preuve de plus de l'existence d'une faune littorale au delà de l'Atlas, vers le Sahara.

» M. Bourguignat a cité, d'après M. Deshayes, la plupart des espèces précédentes comme vivant actuellement sur l'île; je n'y ai vu que l'*Helix Pisana*, Müller, qui y est extrêmement abondante.

» *Iles Habibas.* — Situées au nord, à 63 degrés ouest du cap Sigalle, à une grande distance de terre, elles constituent un groupe d'îles très-découpées, environnées d'un grand nombre de roches isolées et toutes alignées du nord-est au sud-ouest. Ce sont encore des îles formées de roches éruptives, mais bien différentes des précédentes; elles sont dues à des éruptions sous-marines qui ont fourni des porphyres trachytiques siliceux (sanidophyres molaires), des roches vertes serpentineuses particulières, appartenant encore à un type trachytique, mais dont les éléments repris par les eaux ont pris une apparence sédimentaire. Ces trachytes ont tous été plus ou moins modifiés par des émanations acides; ils sont surtout silicifiés au point d'être transformés en véritables meulières, et présentent tous la plus grande analogie avec ceux si classiques de l'île de Milo (Archipel). L'île principale présente, en outre, sur ces roches éruptives, des marnes gypsifères assez épaisses. J'ai commencé l'étude microscopique de toutes ces roches, et j'en donnerai prochainement le résultat.

« *Ile Plane.* — Ce n'est, à proprement parler, qu'un récif très-découpé, situé entre les caps Falcon et Lindlés, en face de la plaine des Andalouses. Il est formé de calcaires marmoréens et de dolomies ferrugineuses non stratifiés, pénétrés de nombreux filons de quartz et de fer oligiste. Ces calcaires et dolomies couronnent les schistes satinés du cap Falcon, et se retrouvent sur de nombreux points du littoral de la province d'Oran. Ce

sont des roches métamorphiques de l'époque jurassique; elles ont été pénétrées par des émanations volcaniques qui y ont amené, postérieurement à leur dépôt, du fer oligiste.

» *La Galite*. — Cette dernière forme, à 40 kilomètres environ du cap Serrat, sur la côte de Tunis, une terre assez importante, flanquée, au sud-ouest et au nord-est, de deux groupes d'îlots qui se nomment, les premiers *Galitons de l'ouest*, et les seconds *Canis;* elle s'élève à une altitude moyenne de 300 mètres et se termine à l'est par un pic de 350 mètres, qui s'infléchit brusquement vers la mer sous une pente de 47 degrés. Deux baies assez profondes, qui la découpent au nord et au sud, lui donnent la forme générale d'un T.

» Toute la charpente de cette île est encore constituée par des roches éruptives, mais qui ne se relient en aucune façon à la côte voisine; elle se compose surtout de roches trachytiques particulières ayant la plus grande analogie avec les andésites de l'Équateur et les porphyres bleus de l'Esterel. Ces roches ont relevé, en les modifiant, des couches sédimentaires, calcaires noirs, psammites, schistes argileux et grès, qui occupent la partie centrale et le versant nord-ouest de l'île; elles sont absolument sans fossiles. L'extrémité nord-est de la Galite et les Canis sont formés d'un trachyte porphyroïde gris, riche en quartz, avec beaux cristaux d'orthose vitreux, mica noir hexagonal et de nombreux grenats almandins. Cette roche avait été remarquée par M. Renou (1), et décrite par lui comme granite avec albite et mica noir; elle est postérieure aux dépôts sédimentaires jurassiques précédemment cités; c'est, par conséquent, une erreur qu'il importe de rectifier. Ce trachyte remarquable est adossé à une roche massive noire, très-dense, qui montre au microscope un feldspath strié du sixième système avec du pyroxène augite, et qui paraît devoir se ranger, soit dans les trachy-dolérites de M. Abich, soit dans les dolérites vraies; elle est antérieure au trachyte et renferme également de nombreux grenats. Enfin, l'extrémité nord-ouest de la Galite, son versant sud-ouest, ainsi que les Galitons, sont formés de différentes variétés de roches trachytiques à feldspath triclinique, tantôt amphibolifères et syénitiques, tantôt compactes et adélogènes, prenant alors une apparence de protogynes, ou bien encore passant au feldspath grenu. Je me propose de faire une étude complète de ces dernières roches et d'établir leur âge relatif.

» Sur les dépôts sédimentaires et même sur une partie des roches érup-

(1) Renou, *Géologie de l'Algérie*, p. 62; 1848.

tives du nord-est, on remarque des tufs calcaires rougeâtres d'origine récente, qui renferment quelques coquilles terrestres; de ces tufs sourdent, toute l'année, plusieurs sources assez abondantes, dont la température moyenne est de 17°,2. Dans les deux baies précédemment citées, on voit des dépôts arénacés quaternaires, qui se retrouvent sur la côte de Tunis et surtout dans les environs de la Calle. J'y ai recueilli à l'état subfossile les espèces suivantes : *Helix aspersa*, Müller; *H. kabyliana*, Debeaux; *H. vermiculata*, Müller; *H. Berlieri*, Morelet; *Bulimus pupa*, Brug. La faune actuelle est bien différente et se compose surtout des *Helix lauta*, Lowe, nombreuses variétés; *H. terrestris*, Chemnitz, var. *elatior; H. lanuginosa*, Chemnitz, et *Cyclostoma mamillaris*, Lamarck. Ces deux dernières espèces n'étaient jusqu'à présent connues que dans les provinces d'Alger et d'Oran. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur une faune carbonifère marine, découverte aux environs de l'Ardoisière, dans la vallée du Sichon (Forez).* Note de M. **Julien**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La véritable position, dans l'échelle des terrains, du lambeau de transition qui constitue le bassin du Sichon, dans la chaîne montagneuse du Forez, n'a pas été jusqu'ici fixée avec certitude. Dans les environs de l'Ardoisière, près de Cusset, et loin des porphyres, ce terrain se compose d'une série puissante d'assises de grès, de calcaire argileux coloré en rouge par l'oxyde de fer, de poudingues très-durs, à noyaux de schiste, de lydienne et de quartz, enfin de schistes ardoisiers bleuâtres, très-fissiles, dont l'exploitation a été jadis tentée sans succès. Ce vaste ensemble de couches, disloqué sur le pourtour du bassin par les porphyres, et dont les allures ne s'observent bien que dans la partie axiale, est dirigé à quelques degrés près de l'est à l'ouest et plonge, sous une très-forte inclinaison, vers le nord. Il se prolonge par une série d'ondulations, dans la partie supérieure du bassin, jusqu'à Ferrières et au delà.

» C'est dans les calcaires qui forment avec les grès les bancs supérieurs de ce terrain que nous avons découvert, le 12 octobre 1872, une faune très-riche, qui nous permet de faire cesser toute incertitude sur sa position véritable.

» L'importance stratigraphique de ce gisement, absolument nouveau pour la science, l'abondance et la variété des fossiles qu'il renferme, et la rareté de quelques-uns d'entre eux, nous engagent à mettre sous les yeux

de l'Académie la liste de ceux que nous y avons observés jusqu'à ce jour; c'est un extrait du Mémoire que nous publierons *in extenso* prochainement.

POISSONS, 2 . . . . *Petalodus Hastingii*, Ag.
Pristodus, Ag.

CRUSTACÉS, 2 . . . *Phillipsia globiceps*, Phill.
Griffithides mesotuberculatus, Mc Coy.

CÉPHALOPODES, 6 . *Nautilus sulcatus*, Sow. — *N. subsulcatus*, Phill. — *N. globatus*, Sow. — *N. costellatus*, Mc Coy.
Orthoceras goldfussianum, de Koninck. — *O. sp. ind.*

ACÉPHALES, 7 . . . *Aviculopecten subfimbriatus*, de Vern. — *A. sp.*, voisine du TESSELLATUS, Phillips.
Pinna spatula, Mc Coy.
Conocardium minax, Phill.
Sanguinolites, Mc Coy, *sp. nov.*
Solenopsis.
Tellinomya, J. Hall, *sp. nov.*

GASTÉROPODES, 12. *Naticopsis spirata*, Sow.
Loxonema biserialis, Phill. — *L. constricta*, Martin. — *L. spiralis*, Phill. — *L. curvilinea*, Phill.
Macrocheilus acutus, Sow.
Trochus hisingerianus, de Kon.
Euomphalus helicoïdes, Sow. — *E. acutus*, Sow. — *E. pileopsideus*, Phill.
Pleurotomaria, Defrance, *sp.?*
Chiton, Linnée, *sp.?*

BRACHYOPODES, 26. *Athyris planosulcata*, Phill. — *A. ambigua*, Sow.
Spirifer lineatus, Martin. — *S. glaber*, Martin. — *Id.*, variété de *glaber*. — *S. bisulcatus*, Sow. — *S. crassus*, de Kon. — *S. octoplicatus*, Sow. — *S. integricosta*, Phill.
Retzia buchiana, de Kon.
Strophomena analoga, Phill.
Orthotetes crenistria, Phill. — *Id.*, variété *Sharpei*.
Orthis resupinata, Martin.
Productus giganteus, Martin. — *P. Cora*, A. d'Orb. — *P. semireticulatus*, Martin. — *P. Flemingii*, J. Sow. — *P. scabriculus*, Martin. — *P. fimbriatus*, Sow. — *P. aculeatus*, Martin. — *P. margaritaceus*, Phill.
Chonetes papilionacea, Phill. — *C. concentrica*, de Kon. — *C. dalmaniana*, de Kon. — *C. buchiana*, de Kon.

BRYOZOAIRES, 6 . . *Fenestella plebeia*, Mc Coy. — *Id.*, variété. — *F. juncida*, Mc Coy. — *F. multiporata*, Mc Coy.
Polypora goldfussiana, de Kon.
Un genre nouveau.

CRINOÏDES, 2 . . .	*Poteriocrinus*, Miller, *sp. ind.*
	Platycrinus, Miller, *sp. ind.*
ECHINIDES, 7 . . .	*Archæocidaris Urii*, Flem. — *Id.*, *nov. sp.*
	Eocidaris, Desor, *sp. ind.*
	Lepidocentrus Munsterianus, de Kon.
	Palæchinus, Scouler, *nov. sp.* — *Id.*, *nov. sp.*
	Melonites, Brown, *not. sp.*
POLYPIERS, 9 . . .	*Monticulipora inflata*, de Kon.
	Syringopora ramulosa, Goldf.
	Cladochonus, Mc Coy, *sp.?*
	Amplexus coralloides, Sow.
	Zaphreutis, M. Edw. et J. Haime, *sp.?*
	Clisiophyllum turbinatum, Mc Coy.
	Lithostrotion junceum, M. Edw. et J. Haime.
	Diphyphyllum concinnum, Lonsd.
	Lonsdaleia rugosa, Mc Coy.

» Le nombre total des espèces déjà recueillies par nous s'élève, comme on le voit, à 79. Un grand nombre d'entre elles n'est représenté que par quelques exemplaires, quelquefois même par un seul; mais un certain nombre d'autres sont extrêmement multipliées, et l'ensemble de cette liste, qui s'augmentera encore, révèle à cette époque et en ce point l'existence de conditions biologiques éminemment favorables au développement de la vie des êtres animés. Certaines couches inférieures des bancs calcaires sont pétries de *Ch. papilionacea*, associés au *Pr. semireticulatus* et au *Sp. bisulcatus*. Les *Pr. giganteus*, quelquefois énormes, *Pr. Cora* et *Pr. fimbriatus* sont aussi très-nombreux. Les Polypiers, entrelacés avec d'innombrables tiges d'Encrines et d'autres débris de Mollusques, forment en quelques points d'inextricables mélanges. Les Crustacés sont en général de petite taille et se maintiennent dans toute l'épaisseur de la formation; sur quelques plaques, ils sont comme empilés les uns sur les autres. Il en est de même des Échinodermes, dont on remarquera le nombre inusité d'espèces. Les plaques et les radioles d'*Arc. Urii* et de *Palæchinus* sont si nombreuses qu'on ne peut détacher un échantillon sans en observer. En revanche, nous ne possédons encore qu'un seul fragment de test de *Melonites*; ce genre si rare, trouvé aussi pour la première fois à l'Ardoisière, dans les terrains paléozoïques de l'ancien continent, est représenté par une espèce nouvelle que nous caractérisons et nommons, ainsi que les autres, dans notre Mémoire.

» Si, maintenant, on compare cette faune avec celles qui provien-

nent de localités classiques, on ne tarde pas à reconnaître qu'elle offre avec celle de Visé, près de Liége, et de Bleiberg, en Carinthie, les plus frappantes analogies.

» La faune de l'Ardoisière est donc caractéristique du terrain carbonifère marin supérieur.

» Si l'on remarque en outre que les masses minérales qui constituent le bassin du Sichon viennent se relier par un grand nombre de lambeaux inexplorés, épars au milieu des porphyres du Forez, d'une part au système carbonifère de la vallée de la Loire, d'autre part à des témoins du même âge, épargnés par les érosions que l'on observe jusque dans la Limagne d'Auvergne, à Bongheat, et si l'on se rappelle enfin que le carbonifère a été signalé près du Chambon, dans la Creuse, on en tirera la conclusion assez inattendue que la mer carbonifère, à l'époque de Visé, recouvrait le plateau central jusqu'au delà du 46e parallèle, et par conséquent que l'émersion de ce plateau et la formation de son relief sont d'une date plus récente. »

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Note sur la dispersion géographique des Fougères de la Nouvelle-Calédonie;* par M. **Eug. Fournier.**

« L'étude monographique des Fougères de la Nouvelle-Calédonie, que j'ai entreprise sous la direction bienveillante de M. Ad. Brongniart, m'a conduit à des résultats que j'espère n'être pas sans intérêt pour l'Académie.

» L'étude de ces Fougères, et leur comparaison avec celles des pays voisins, faite grâce aux belles collections rassemblées dans la galerie de Botanique du Muséum, m'a conduit aux résultats suivants :

Fougères	constatées à la Nouvelle-Calédonie d'une manière certaine		259
»	spéciales à la Nouvelle-Caldonie (Lîfou et l'île des Pins comprises)		86
»	communes à la Nouvelle-Calédonie et aux Nouvelles-Hébrides		64
»	»	et aux Viti	52
»	»	et aux Samoa	22
»	»	et aux Sandwich	9
»	»	et à la Polynésie en général	114
»	»	et à la Malaisie en général	73
»	»	à la Polynésie et à la Malaisie, les espèces ubiquistes exceptées	35
»	»	et à l'Inde ou à Ceylan	40
»	»	et à la Nouvelle-Hollande ou à la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie, etc.	58
»	»	et à la Mélanaisie	14

Fougères communes à la Nouvelle-Calédonie	et à la Micronésie	10
»	et à Formose ou au Japon	12
»	et à l'Amérique	9

» Les espèces non spéciales à la Nouvelle-Calédonie se répartissent, d'une manière générale, en deux catégories assez tranchées : les unes se répandent à l'est dans la Polynésie, à l'ouest dans la Malaisie, et vont même atteindre, aux limites extrêmes de leur aire, le Japon, l'Indo-Chine, Ceylan, la péninsule indienne. Ces espèces font partie de genres assez divers; quelques-unes d'entre elles descendent aussi dans la Nouvelle-Hollande; mais la seconde catégorie, composée d'espèces appartenant à des groupes de caractères assez tranchés, se répand spécialement dans l'Australie, l'île de Norfolk, la Nouvelle-Zélande, la Tasmanie et l'île Auckland.

» Au-dessous de ce fait principal, il ressort du tableau précédent et de la connaissance des flores voisines de celles que je considère, que les affinités des Fougères néo-calédoniennes avec celles de l'un des archipels de l'Océanie sont d'autant plus nombreuses que cet archipel est lui-même plus voisin de la Nouvelle-Calédonie. Ainsi c'est le quart des Fougères néo-calédoniennes qui forme, aux Nouvelles-Hébrides, la moitié de la totalité de leurs Fougères; pour les Viti, c'est le cinquième des Fougères néo-calédoniennes qui y constitue le tiers du nombre total de cette famille; pour les Samoa, les $\frac{3}{22}$ des Fougères néo-calédoniennes y forment le septième de cette famille. A l'ouest de l'aire, les affinités sont plus prononcées qu'à l'est; quelques-unes des espèces de l'Océanie, qui se retrouvent à des distances aussi éloignées de leur centre que le sont les îles Mascareignes ou la région du Cap, n'ont encore été signalées dans aucune région intermédiaire, ou bien ne l'ont été que dans la région australo-zélandaise.

» On a supposé autrefois, pour expliquer une partie de ces faits, la submersion d'un continent dont les sommets constitueraient les îles actuelles de la Polynésie; mais, si cette hypothèse générale, soutenue d'abord par Forster et ensuite par Dumont-d'Urville, paraît aujourd'hui devoir être abandonnée devant les progrès de la Géologie, il n'en est pas de même de l'hypothèse beaucoup plus restreinte qni consiste à considérer la Nouvelle-Calédonie comme ayant été jointe par l'intermédiaire de l'île Norfolk, et peut-être d'autres îles submergées, à quelque point de la côte orientale de la Nouvelle-Hollande, ainsi qu'à la Nouvelle-Zélande, et, plus loin, à l'île Auckland. Cette hypothèse expliquerait la présence simultanée, dans des contrées aujourd'hui différentes par leur climat, d'espèces appartenant à des groupes homogènes, que les courants n'auraient dû, pour aucune cause, transporter de préférence à d'autres, et qui, vivant dans la région

montagneuse intérieure, sont moins exposées que les espèces littorales à être entraînées par les agents extérieurs. Quant aux îles Mascareignes, il est bien difficile d'expliquer, par un fait de transport, les affinités singulières qui relient leur flore à celle des îles océaniennes : supposer des terres disparues entre Madagascar et l'Australie est une hypothèse hardie qui s'imposera peut-être un jour à la science, surtout après les résultats obtenus par les zoologistes et formulés récemment après des études spéciales par M. Alph.-Milne Edwards. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le régime pluvial de la zone torride, dans le bassin de l'océan Atlantique;* par M. V. RAULIN.

« Dans une Note précédente, sur la carte pluviométrique de France, j'ai dit que « par rapport à la végétation indigène, l'année peut être partagée » en deux parties égales de six mois chacune : une d'activité, d'avril à sep- » tembre, et une de repos, d'octobre à mars. Lorsqu'on examine la chute » de l'eau à la surface de la France pendant ces deux moitiés de l'année, » on voit qu'il tombe le plus d'eau, pendant les mois chauds, dans les » régions intérieures; pendant les mois froids, dans les régions littorales, » tant sur l'Océan que sur la Méditerranée. Une carte pluviométrique doit » exprimer ces différences, qui ont certainement leur importance agricole, » plus grande peut-être même que celle de la quantité absolue d'eau qui » tombe pendant l'année, et d'après laquelle on établit les lignes » isoombres et les teintes hyétométriques. »

» Des différences analogues, ordinairement beaucoup plus prononcées, existent aussi dans la zone torride, ainsi qu'il résulte de la comparaison des observations faites tant dans les colonies françaises, en Amérique, en Afrique, en Asie et dans l'Océanie, que dans les autres pays situés également entre les tropiques. En rattachant les stations d'observations aux bassins de chacun des trois grands océans, on trouve en effet des oppositions complètes.

» Dans les tableaux ci-joints, les stations sont réunies par séries embrassant, chaque fois que cela est possible, la largeur entière de la zone torride, et se suivant de l'ouest vers l'est à partir des côtes occidentales de l'Amérique. J'y ai rassemblé les grandes séries publiées jusqu'à présent dans les Recueils scientifiques, et, pour les colonies françaises, surtout les observations qui, restées manuscrites au Ministère de la Marine ou publiées au jour le jour dans les journaux officiels coloniaux, sont encore ignorées des météorologistes.

Tableau des quantités moyennes mensuelles d'eau tombée dans la zone torride (Atlantique).

	Localités et altitudes.	Ann.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Mexique et Amérique centrale.	Mexico (2277m)	14	3,5	5,7	10,3	27,3	50,7	100,4	105,5	139,9	104,4	52,6	19,0	6,5
	Cordova (880m)	9	75,1	53,3	85,2	95,8	159,8	487,1	443,2	409,1	515,8	332,4	118,6	91,6
	Vera-Cruz (3m)	9	129,5	0,0	0,0	12,7	797,6	538,5	1516,4	911,8	988,0	203,2	114,3	10,0
	Guatémala (1480m)	9	6,8	3,5	18,4	48,4	138,5	293,6	228,1	225,9	221,7	169,7	17,4	8,8
	Belise	6	155,3	79,6	42,6	45,7	19,8	174,5	204,2	186,3	180,2	332,0	201,5	199,6
	S. Jose de Costarica (1170m)	3	28,1	5,1	0,0	61,0	116,9	317,5	245,6	211,6	260,2	355,6	99,1	74,5
	Aspinwall (3m)	4	57,7	37,1	12,1	70,4	336,6	337,2	245,6	348,2	386,1	311,9	621,3	322,6
Vénézuéla et Nouvelle-Grenade.	Caracas (881m)	2	5,0	15,5	14,5	42,5	73,8	116,0	92,2	87,5	126,5	124,0	59,8	7,5
	Sa Fé de Bogota (2634m)	2	138,5	106,7	88,9	241,3	188,8	100,3	91,4	116,8	86,4	232,4	299,7	190,5
	Marmato (1426m)	2	50,0	88,0	158,0	140,0	251,0	285,0	39,0	12,0	91,0	175,0	256,0	101,0
Grandes Antilles.	Cuba : La Havane	11	64,0	53,0	61,0	31,0	97,0	126,0	138,0	116,0	147,0	79,0	83,0	31,0
	Jamaïque : Newcastle (1235m)	4½	84,7	156,7	68,6	182,1	293,6	199,2	133,5	203,3	282,6	368,5	482,7	173,9
	» Up. Park Camp. (73m)	11½	45,8	51,2	38,1	84,7	249,0	84,7	53,3	151,8	152,0	165,0	210,5	89,0
	Haïti : Léogane	7	26,9	40,6	96,0	158,4	152,0	125,0	84,6	174,5	169,2	132,5	86,6	41,3
	» Port-au-Prince (57m)	6½	26,1	87,2	92,6	198,8	317,5	108,1	92,8	156,3	189,1	155,1	92,3	34,1
	» Tivoli (431m)	3½	288,0	201,9	242,5	203,0	388,4	289,1	190,9	242,8	354,2	328,5	281,1	362,5
Petites Antilles.	Saint-Thomas	3	78,3	39,4	54,0	61,0	22,1	21,1	57,2	119,4	208,3	77,7	112,8	40,6
	Antigua	4	45,2	26,7	71,6	43,2	99,1	160,0	129,5	163,1	188,5	159,5	89,4	113,5
	Guadeloupe : Sainte-Rose	5	137,0	74,0	72,0	123,0	263,0	245,0	176,0	191,0	250,0	231,0	240,0	155,0
	» Pointe-à-Pitre	17½	93,7	86,9	64,7	78,4	163,5	166,3	184,3	146,6	182,7	238,2	209,9	125,3
	» Basse-Terre	33	155,5	95,5	76,0	99,8	139,2	162,2	188,9	214,8	195,1	198,6	161,6	159,0
	» Camp-Jacob (545m)	12½	264,9	175,3	191,6	159,8	281,9	377,1	365,4	415,0	355,0	399,0	342,8	308,3
	» Les Saintes	4	61,0	54,3	56,0	38,0	53,4	101,0	111,7	120,3	173,7	85,5	223,8	103,5
	Martinique : Fort-de-France	28	122,6	105,2	64,4	91,6	110,4	176,1	234,9	267,8	215,5	243,7	197,2	144,8
	» Saint-Pierre (13m)	41	127,3	105,1	102,2	95,9	163,8	247,5	307,6	348,7	268,6	232,3	227,5	193,6
	Barbade (6m)	12	53,2	59,3	28,0	37,8	93,6	131,0	125,5	169,4	130,5	222,8	149,0	95,4
	Saint-Vincent	6	103,6	93,2	78,7	59,3	132,1	258,1	252,5	224,3	194,8	235,0	211,7	167,4
Guyanes.	George-Town (Demerara) (3m)	7	253,3	133,3	217,5	215,9	393,7	364,5	279,0	195,6	50,8	66,8	177,7	279,0
	Paramaribo (Surinam)	17	210,6	157,9	242,9	222,5	300,6	291,4	217,5	104,7	80,2	69,4	116,2	222,6
	Cayenne (2m)	18	372,7	374,1	441,9	452,9	565,4	450,6	207,4	78,3	32,4	36,7	134,7	283,5
Brésil.	Ceara (14m)	13	60,0	238,2	255,2	431,0	271,0	153,0	46,0	13,7	10,6	8,1	8,8	43,1
	Rio-Janeiro (63m)	6	105,8	119,3	109,3	69,5	153,5	34,7	29,1	97,6	48,5	68,8	138,2	105,0
Sénégambie.	Iles du Cap Vert : Praya	1½	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	160,4	54,1	0,0	0,0	4,1
	Saint-Louis	15	6,5	0,9	0,2	0,0	1,6	13,7	53,8	205,5	108,0	10,5	3,0	1,1
	Gorcé	8	0,3	1,9	0,0	0,3	0,3	21,3	102,9	277,7	118,0	7,2	2,5	0,3
	Sierra-Leone	6	17,8	7,6	12,8	100,9	212,0	328,2	499,5	528,3	627,4	268,0	121,9	36,9
Guinées et Iles.	Saint-Georges d'Elmina	3	1,4	48,6	47,8	82,3	118,3	170,8	42,9	26,5	23,0	60,4	54,4	36,4
	Christiansberg	14	26,6	55,3	37,3	142,6	143,2	50,8	10,2	17,1	44,1	18,1	17,4	12,7
	Fernando-Po	4	25,0	93,0	230,0	210,0	213,0	280,0	162,0	282,0	420,0	392,0	222,0	28,0
	Ascension	2	6,4	1,5	8,5	57,4	59,3	12,7	31,7	41,8	17,1	14,2	16,3	8,5
	Sainte-Hélène (538m)	7	73,1	118,9	142,5	72,9	124,8	112,5	97,3	101,8	104,6	77,5	43,7	62,2

Tableaux des quantités moyennes trimestrielles et annuelles.

Côtes orientales d'Amérique et Antilles.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.	Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.
Mexico	15,7	88,3	345,8	176,0	625,8	Saint-Thomas	158,3	137,1	197,7	398,8	891,9
Cordova	220,0	340,8	1339,4	966,8	2867,0	Antigua	185,4	213,9	452,6	437,4	1289,3
Vera-Cruz	139,7	810,2	2966,8	1305,5	4132,7	Sainte-Rose	366,0	458,0	612,0	721,0	2157,0
Guatémala	19,1	205,3	747,6	408,8	1380,8	Pointe-à-Pitre	305,9	306,6	497,2	630,8	1740,5
Belise	434,5	108,1	565,0	713,7	1821,3	Basse-Terre	410,0	315,0	565,9	555,3	1846,2
S. Jose de Costarica	107,7	177,9	774,7	714,9	1775,2	Camp-Jacob	748,5	633,3	1157,5	1096,8	2636,1
Aspinwall	417,4	419,1	931,0	1319,3	3086,8	Les Saintes	218,8	147,4	333,0	483,0	1182,2
Caracas	28,0	130,8	295,7	310,3	764,8	Fort-de-France	372,6	266,4	678,8	656,4	1974,2
Santa-Fé de Bogota	435,7	519,0	308,5	618,5	1881,7	Saint-Pierre	426,0	361,9	903,8	728,4	2420,1
Marmato	239,0	529,0	336,0	522,0	1626,0	Barbade	207,9	159,4	425,9	503,2	1296,4
La Havane	148,0	189,0	384,0	309,0	1030,0	Saint-Vincent	364,2	270,1	734,9	641,5	2010,7
Newcastle	415,3	544,3	536,0	1133,8	2629,4	Georges-Town	665,6	827,1	839,1	295,3	2627,1
Up. Park Camp	186,0	371,8	289,8	527,5	1375,1	Paramaribo	590,7	766,0	613,6	265,8	2261,1
Léogane	108,8	406,4	384,1	388,3	1287,6	Cayenne	1030,3	1460,2	736,3	203,8	3430,6
Port-au-Prince	147,4	608,9	357,2	436,5	1550,0	Ceara	341,3	957,2	212,7	27,5	1538,7
Tivoli	852,5	833,9	722,8	963,8	3373,0	Rio-Janeiro	330,1	332,3	161,4	255,5	1089,3

Côtes occidentales d'Afrique et îles.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.	Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.
Praya	8,6	0,0	164,0	54,1	226,7	Christiansberg	94,6	323,1	78,1	79,6	575,4
Saint-Louis	8,5	1,8	273,0	121,5	404,8	Fernando-Po	146,0	653,0	724,0	1034,0	2557,0
Gorée	2,5	0,6	401,9	127,7	532,7	Ascension	16,4	125,2	86,2	47,6	275,4
Sierra-Leone	62,3	325,7	1356,0	1017,3	2761,3	Sainte-Hélène	254,2	340,2	311,6	225,8	1131,8
St-Georges d'Elmina	86,4	248,4	240,2	137,8	712,8						

» Dans le bassin de l'océan Atlantique, il y a opposition complète : à l'ouest, en Amérique, entre le Mexique, l'Amérique centrale, le Vénézuéla et les Antilles au nord, et la Nouvelle-Grenade, les Guyanes et le Brésil au sud; à l'est, en Afrique, entre la Sénégambie et les îles du Cap-Vert au nord, et la Guinée et les îles de l'Ascension et Sainte-Hélène au sud.

» Le Mexique et l'Amérique centrale, du tropique du Cancer à 8 degrés de latitude nord, forment entre l'océan Atlantique et l'océan Pacifique une barrière plus ou moins élevée, sur laquelle le régime des pluies d'été l'emporte de beaucoup, à Mexico, à Guatémala, à San-Jose de Costarica et aussi à Caracas, dans le Vénézuéla. Il en est de même à Vera-Cruz sur la côte; mais, sur celle-ci, à Tabasco, Belize et Aspinwall, le maximum des pluies n'arrive qu'en octobre.

» Les Antilles forment une sorte de barrage unissant la Floride aux Guyanes, au devant du golfe du Mexique; dans les Grandes Antilles (Cuba, la Jamaïque, Haïti, Portorico et les Iles-Vierges) comprises entre le tropique et 18 degrés nord, les mois les plus pluvieux sont aussi ceux de l'été, pendant lequel il y a cependant des mois assez secs. Dans les Petites

Antilles, s'étendant de 18 à 11 degrés, c'est toujours le même régime, mais le mois le plus pluvieux est souvent septembre ou octobre.

» Dans les Guyanes anglaise, hollandaise et française, sur la côte, entre 7 et 4 degrés, les pluies sont très-abondantes et soumises à un régime inverse des plus prononcés, les mois les plus pluvieux des Antilles étant ici les plus secs. Ce même régime des pluies d'hiver se retrouve dans les montagnes de la Nouvelle-Grenade et de l'Équateur, à Santa-Fé de Bogota, Marmato et Quito.

» Au Brésil, ce même régime se poursuit sur la côte, depuis l'équateur jusqu'au tropique du Capricorne, ainsi que le montrent les deux grandes séries de Céara et de Rio-Janeiro, et diverses petites, intermédiaires ou échelonnées depuis l'embouchure de l'Amazone; il règne aussi dans l'intérieur, autant qu'on peut en juger par la petite série de Manaos, près du Rio-Negro, à 4 degrés de latitude sud, et par celles de Barramença et de Gongo-Soco, au nord-ouest de Rio-Janeiro. Il se continue même au delà du tropique, à l'Assomption du Paraguay, par 25 degrés; mais à Lima, par 12 degrés de latitude sud, où la quantité de pluie est très-faible, reparaît le régime inverse du Mexique et des Antilles.

» Sur la côte occidentale d'Afrique, tous les lieux d'observation sont situés au nord de l'équateur, de 17 à 4 degrés. Sur la côte de Sénégambie et aux îles du Cap-Vert, les pluies d'été sont très-prédominantes, et le mois le plus pluvieux est celui d'août, ou bien celui de septembre, à Sierra-Leone.

» Sur la côte de Guinée, c'est le régime inverse qui, moins bien accusé, se poursuit au sud de l'équateur, dans les îles de l'Ascension par 8 degrés et de Sainte-Hélène par 16 degrés. Toutefois, au fond du golfe de Guinée, à Fernando-Po, par 3 degrés de latitude nord, reparaît le régime de la Sénégambie, avec pluies d'automne plus accentuées. »

M. E. Laborde adresse une Note concernant l'absorption du gaz ammoniac sec par le sucre de canne.

« En employant du sucre de canne absolument sec et le soumettant à l'action d'un courant de gaz ammoniac, séché par une longue colonne de chaux vive, on voit le sucre prendre d'abord une certaine opalescence et la consistance cireuse indiquée par Raspail; mais, au bout de douze heures, il se liquéfie et coule à la surface du tube qui le contient.

» Des pesées successives ont conduit à une valeur maxima, pour le gaz

absorbé, qui est 7,83 pour 100 en poids. Cette quantité s'abaisse dès que le courant gazeux se ralentit.

» Exposé à l'air, le sucre perd peu à peu le gaz qu'il retenait, jusqu'à 1 ou 2 pour 100. Au bout de trois mois, le sucre renfermait encore 0,37 pour 100 de gaz ammoniac et avait gardé une saveur fort piquante.

» Le glucose présente de même une liquéfaction très-rapide; mais il y a rapidement coloration et formation d'un produit cristallisé en très-petites aiguilles. »

M. **Tresca** présente à l'Académie, de la part de M. *Eug. Catalan*, actuellement professeur à l'Université de Liége, la collection complète des polyèdres semi-réguliers, qui ont fait l'objet d'un des plus intéressants Mémoires de ce géomètre.

« Ces polyèdres, au nombre de trente, parmi lesquels quatre seulement, au lieu d'être uniques, forment les types de véritables familles donnant lieu à une infinité de solutions, ont été exécutés en plâtre d'une manière fort remarquable par M. Muret, géomètre de la ville de Paris. Ils ont tous un module commun en ce que le rayon de la sphère circonscrite aux polyèdres du premier genre est, pour tous les solides, de 75 millimètres; cette longueur est également celle du rayon de la sphère inscrite aux polyèdres du second genre, qui sont seulement circonscriptibles et non inscriptibles dans la sphère.

» La Note imprimée qui accompagne la collection est un résumé, aussi succinct que possible, du dernier paragraphe du Mémoire original. Une photographie de tous ces solides, obtenue par M. Niveault, donne sur l'ensemble des remarquables modèles de Muret une image très-satisfaisante de la plupart d'entre eux.

» Bien que toutes les épures aient été dessinées par M. Catalan lui-même, l'exécution en relief présentait de grandes difficultés, et je me permettrai de signaler à ce point de vue, comme étant particulièrement réussis, l'hexécontaèdre à faces pentagonales qui forme le n° XII', et qui présente soixante faces de pentagones non réguliers, ainsi que l'hexécontaèdre à faces quadrangulaires, dont les côtés sont symétriques deux à deux sur chacune des faces, et qui forme le n° XV'. »

M. le baron **Larrey** appelle l'attention de l'Académie sur un ouvrage imprimé en anglais, de M. *J. Barnes*, chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, et intitulé : *Histoire médicale et chirurgicale de la guerre de* 1861 *à* 1865.

« Cet Ouvrage considérable, dit M. Larrey, forme deux volumes compactes, grand in-4°, pour la première partie seulement, avec tableaux statistiques, cartes et planches de Pathologie ou de Thérapeutique. Il a été composé des travaux partiels entrepris par les différents chefs du service de santé des armées, sous la direction du chirurgien général, qui en expose l'ensemble dans la préface.

» Le premier volume, commençant l'*Histoire médicale* de la guerre américaine, consiste surtout dans une longue série de tableaux statistiques de tous les faits compris dans les rapports mensuels sur les maladies de l'armée, les décès et les renvois des hommes devenus impropres au service. Ces tableaux sont classés en deux séries, l'une pour les troupes de la race blanche, l'autre pour les troupes de couleur, distinction dont l'importance est démontrée. Chacune de ces séries est subdivisée en deux sections : la première des maladies et de la mortalité, la seconde des libérations du service.

» Des modèles de ces tableaux et l'énumération des maladies qu'ils exposent représentent successivement les fièvres intermittentes, les fièvres éruptives, les maladies des organes digestifs, des organes respiratoires, du système circulatoire, du cerveau et du système nerveux, des voies urinaires et des organes génitaux, ainsi que les maladies syphilitiques, etc. Cette nomenclature ou classification se prêterait à des remarques critiques dont nous n'avons pas à parler ici, quoiqu'elle soit discutée dans l'introduction de l'Ouvrage, avec tous les détails nécessaires. Des explications spéciales font connaître les particularités des tableaux statistiques, suivant les influences des milieux, des époques, des origines et des conditions diverses propres à en modifier les résultats.

» Un appendice à la première partie de l'*Histoire médicale* contient les rapports des directeurs de chaque service et d'autres documents. Ces rapports, au nombre de 289, donnent, par ce chiffre seul, une idée des développements de cette immense statistique.

» Le second volume constitue la première partie de l'*Histoire chirurgicale* de la guerre et n'offre pas moins d'intérêt. Il indique d'abord le but déterminé d'unir le service de la chirurgie aux opérations militaires, par campagnes distinctes et pour chaque bataille ou principal combat.

» Le plan adopté à cet effet comporte un compte rendu de la campagne, avec l'énumération des troupes engagées, le mode de transport des blessés, l'aménagement le meilleur des hôpitaux, l'exposé des blessures et des opérations pour chaque engagement, les rapports des directeurs du service et tous les autres documents utiles.

» Des modèles d'observation clinique, de rapports partiels et de relevés statistiques des blessures, d'après l'ordre des régions du corps, présentent l'ordre le plus méthodique.

» L'examen des blessés ou opérés parvenus à la guérison les range dans des catégories distinctes, constituant, comme dans l'armée française, des classes plus ou moins élevées pour les pensions de retraite. C'est là surtout qu'il faut chercher la source la plus exacte des relevés ou tableaux statistiques de la chirurgie.

» Les principaux ouvrages connus sur la chirurgie militaire ont été consultés avec soin pour l'élaboration de ces documents, complétés de tous ceux qui ont été fournis par l'armée confédérée. De larges emprunts enfin ont été faits aux diverses publications européennes sur les dernières guerres, moins celle de 1870-1871, la plus désastreuse de toutes.

» Une chronologie sommaire des engagements et des batailles précède la description spéciale des blessures, accompagnée elle-même d'un grand nombre de planches, soit séparément du texte, soit dans le texte même, selon le plan adopté pour la publication des *Circulaires* du service médical de l'armée américaine.

» Les lésions traumatiques de la tête et les cas de trépanation du crâne offrent un intérêt spécial par la multiplicité des faits et par toutes les considérations qui s'y rapportent. Viennent ensuite les blessures de la face et les opérations plastiques, les blessures du cou, celles du dos et celles de la poitrine. Ajoutons que les blessures de l'abdomen et celles des membres, ainsi que les résections et les amputations, trouveront sans doute leur place dans la seconde partie de ce Recueil, fort précieux pour la médecine et la chirurgie des armées. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Déc. 1873.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres du pavillon. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T' − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	770,2	1,2	7,2	4,2	1,3	7,5	4,4	−1,1	4,1	5,5	7,0	9,3	4,3	5,06	88	»	0,0
2	770,3	−0,5	6,5	3,0	−0,5	6,8	3,2	−2,0	5,0	5,2	6,1	9,2	1,0	5,88	94	»	0,0
3	770,4	1,6	6,3	4,0	1,6	6,5	4,1	−0,7	4,6	5,5	6,3	9,0	2,5	5,06	86	»	0,0
4	770,6	1,6	3,8	2,7	1,6	4,2	2,9	−1,9	4,1	4,8	5,7	8,8	0,5	5,44	96	»	0,0
5	767,4	1,9	3,8	2,9	1,9	3,6	2,8	−2,2	3,9	4,8	5,5	8,6	0,5	5,18	97	»	1,5
6	764,8	−0,6	6,1	2,8	−0,5	6,2	2,8	−2,4	3,4	4,3	5,2	8,4	0,7	4,96	89	»	2,5
7	769,5	−1,0	4,5	1,8	−0,8	4,3	1,8	−3,2	1,6	2,9	4,5	8,3	5,2	3,72	77	»	0,0
8	770,5	−4,4	2,4	−1,0	−3,7	1,8	−1,0	−5,2	0,0	1,4	3,4	8,0	5,0	3,63	84	»	0,0
9	769,3	−5,2	2,1	−1,6	−5,3	1,3	−2,0	−5,9	−0,4	0,9	2,6	7,7	3,9	3,19	79	»	0,0
10	767,3	−4,9	3,2	−0,9	−4,7	3,3	−0,7	−4,6	−0,4	0,6	2,2	7,3	3,1	3,55	79	»	0,5
11	768,5	−1,6	3,2	0,8	−1,5	3,5	1,0	−2,6	−0,2	0,5	1,8	7,0	3,9	3,93	82	»	0,0
12	769,1	−2,6	3,8	0,6	−2,6	3,5	1,0	−2,7	−0,1	0,6	1,7	6,7	0,7	4,19	85	»	0,0
13	769,4	1,7	3,5	2,6	1,8	3,3	2,6	−1,6	0,6	1,1	1,7	6,4	0,5	4,34	78	»	0,5
14	766,7	»	»	(a) 0,3	»	»	(a) 0,2	−3,6	0,9	1,6	2,1	6,1	0,3	3,96	84	»	1,5
15	764,9	−1,8	(b) »	−0,6	−1,8	(b) »	−0,6	−4,6	0,1	1,1	1,9	6,0	0,5	3,89	89	»	4,5
16	758,4	(b) »	10,6	7,4	(b) »	10,8	7,3	3,1	4,8	3,6	2,5	5,8	0,3	7,15	91	»	10,5
17	762,0	8,4	11,6	10,0	8,4	11,7	10,1	5,8	7,2	6,4	4,4	6,3	0,7	8,35	92	»	7,5
18	763,1	8,1	10,0	9,1	8,1	10,3	9,2	5,0	7,3	7,0	5,6	5,9	0,8	7,59	89	»	5,5
19	757,4	»	»	(a) 5,0	»	»	(a) 5,2	1,6	5,6	6,3	5,8	6,2	0,6	6,11	93	»	7,0
20	756,0	2,6	7,1	4,9	2,7	7,7	5,2	1,7	4,7	5,3	5,4	6,4	0,9	6,09	94	»	7,0
21	762,4	2,6	8,8	5,7	2,2	9,3	5,8	2,6	5,7	5,6	5,2	6,5	1,0	6,87	94	»	5,5
22	761,7	5,8	7,4	6,6	5,7	7,7	6,7	3,7	5,8	6,1	5,6	6,6	0,9	6,43	89	»	10,0
23	763,0	5,5	8,9	7,2	5,6	9,0	7,3	4,0	5,8	6,0	5,8	6,6	2,1	6,41	89	»	11,0
24	761,7	4,1	10,5	7,3	4,1	10,8	7,5	4,6	7,0	6,9	5,9	6,7	1,6	7,64	91	»	6,5
25	764,3	»	»	(a) 5,6	»	»	(a) 5,6	3,2	6,1	6,5	6,3	6,8	0,5	6,09	89	»	1,5
26	760,3	1,0	5,4	3,2	1,1	5,4	3,3	1,4	4,8	5,0	5,7	6,9	0,6	5,32	91	»	3,5
27	753,0	1,5	7,1	4,3	1,7	6,9	4,3	2,0	3,9	4,6	5,2	7,0	3,3	5,31	94	»	10,0
28	759,3	−0,6	4,5	2,0	−0,5	4,5	2,0	−0,2	1,8	3,1	4,4	6,9	3,2	4,56	97	»	1,5
29	758,5	−5,2	1,5	−1,9	−4,9	1,7	−1,6	−3,8	0,5	1,9	3,4	6,8	3,5	3,41	92	»	0,0
30	756,4	−5,1	1,3	−1,9	−5,3	1,2	−2,1	−4,4	−0,2	1,0	2,6	6,6	5,6	3,43	88	»	4,0
31	750,3	−1,6	7,1	2,8	−1,7	6,7	2,5	0,1	3,3	2,7	2,5	6,3	1,0	6,01	91		10,5
Moy.	763,8	0,6	5,7	3,2	0,7	5,7	3,2	−0,5	3,2	3,8	4,3	7,1	1,9	5,24	89	»	3,6

(*a*) La température s'est continuellement abaissée. — (*b*) Marche ascendante continue.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQ. FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — DÉC. 1873.

DATES.	MAGNÉTISME TERRESTRE. Observation de 9 heures du matin. Déclinaison.	Inclinaison.	Intensité.	PLUIE. à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	ÉVAPORATION (2).	VENTS. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom., par heure, à terre.	Direction des nuages.	NÉBULOSITÉ.	REMARQUES.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.19,1	65.27,5	»	»	»	1,2	SO-NO	1,7	»	0,1	Gelée blanche. Brumeux.
2	19,5	28,4	»	0,0	0,0	0,4	Calme.	0,8	»	1,0	Id. Brouil. persist.
3	22,0	27,2	»	»	»	0,7	N	5,3	N	0,3	Brouillard épais le matin.
4	22,2	24,5	»	»	»	0,2	NE	3,3	»	1,0	Brouillard persistant.
5	25,2	26,8	»	0,1	0,1	0,1	ESE	2,1	»	1,0	Brouillard assez dense le soir.
6	23,1	25,4	»	0,1	0,1	0,6	NO	4,5	NO	0,6	Gelée blanche.
7	(1) 23,2	27,0	»	»	»	1,5	N	3,7	»	0,0	Forte gelée blanche. Vaporeux.
8	20,1	(1) 26,0	»	»	»	0,8	NNE	1,6	»	0,0	Givre épais. Très-beau.
9	20,3	(1) 25,6	»	»	»	0,6	N	0,6	»	0,1	Id. Légèrement voilé.
10	19,3	24,8	»	»	»	0,9	N	4,3	»	0,3	Brouillard le matin. Beau.
11	18,2	26,1	»	»	»	1,8	N	8,0	»	0,1	Beau au-dessus du brouillard.
12	19,5	25,6	»	»	»	0,7	NE	7,8	»	0,9	Givre très-épais. Brumeux.
13	20,2	26,7	»	»	»	1,3	NNE	8,7	ENE	1,0	Faiblement couv. par la brume.
14	21,0	26,7	»	»	»	0,5	E	2,2	»	1,0	Id. Id.
15	21,6	25,9	»	0,0	0,0	0,3	SSO	6,3	»	1,0	Pluie fine, verglas, lueur auror.
16	21,1	26,7	»	0,2	0,2	0,4	SO	13,8	SO	1,0	Pluvieux. Traces d'aurore bor.
17	25,5	28,7	»	0,1	0,1	0,8	O	6,5	O	1,0	Petite pluie et lueur aurorale.
18	30,1	28,0	»	0,3	0,3	0,6	O	2,9	O	1,0	Pluie fin. mat. Id.
19	33,1	27,5	»	»	»	0,5	SO	5,2	»	1,0	Brumeux.
20	30,5	26,1	»	0,0	0,0	0,3	SSO	3,7	»	0,8	Gouttes de pluie fine.
21	26,3	26,0	»	0,3	0,2	0,6	O	4,6	O	1,0	Pluie très-fine le matin.
22	25,4	26,6	»	0,3	0,2	1,1	SO	8,3	SO	1,0	Lueur aurorale le soir.
23	24,1	26,4	»	0,3	0,2	0,7	SO	6,9	NO	0,5	Id.
24	20,9	26,4	»	»	»	0,9	O	5,1	»	0,8	»
25	24,8	26,7	»	»	»	0,3	variable.	1,6	»	1,0	Brumes élevées.
26	23,7	25,2	»	0,1	0,1	0,5	S	4,3	»	1,0	Pluvieux.
27	21,4	24,8	»	2,0	1,6	0,7	variable.	7,6	SO	0,5	»
28	21,1	24,0	»	0,2	0,4	1,1	ONO-ENE	2,9	NNE	0,5	Givre le matin. Brouil. le soir.
29	20,3	(1) 23,3	»	»	»	0,8	E	1,0	»	0,4	Fort givre et brouil. int. le mat.
30	17,1	(1) 25,6	»	»	»	0,8	SSE	5,2	»	0,3	Fort givre dans la matinée.
31	13,1	24,8	»	3,1	2,5	0,7	SSO	12,1	SSO	1,0	Pluie par intervalles.
Moyen. ou totaux.	17.22,4	65.26,0	»	7,1	6,0	22,4		4,9		0,68	

(1) Oscillations. — (2) L'évaporomètre Piche, usité d'ordinaire, a été remplacé pendant les gelées par une surface de 2 décimètres carrés de terre tamisée et saturée d'eau.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Déc. 1873.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
Baromètre réduit à 0°	mm 763,84	mm 764,24	mm 763,76	mm 763,26	mm 763,60	mm 763,86	mm 763,73	mm 763,73 (1)
Pression de l'air sec	758,95	759,13	758,12	757,66	758,15	758,65	758,73	758,49 (1)
Thermomètre à mercure (jardin)	1°,74	2°,32	4°,23	4°,66	3°,96	3°,17	2°,42	3°,09 (1)
» (pavillon)	1,84	2,32	4,04	4,73	3,92	3,22	2,59	3,10 (1)
Thermomètre à alcool incolore	1,65	2,25	4,09	4,56	3,86	3,08	2,45	3,01 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	1,35	4,89	11,42	7,18	3,33	»	»	6,70 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	1,30	3,09	7,40	5,48	3,24	»	»	4,80 (2)
Excès (T' — t)	0,05	1,80	4,02	1,70	0,09	»	»	1,90 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr.	2,85	2,91	3,52	3,79	3,56	3,25	3,03	3,24 (1)
» 0m,10 »	3,67	3,61	3,78	4,04	4,07	3,96	3,79	3,83 (1)
» 0m,20 »	4,52	4,43	4,39	4,43	4,53	4,53	4,52	4,49 (1)
» 0m,30 »	4,38	4,44	4,26	4,25	4,29	4,32	4,32	4,31 (1)
» 1m,00 »	7,14	7,13	7,13	7,11	7,10	7,09	7,07	7,11 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	4,89	5,11	5,64	5,69	5,45	5,21	5,00	5,24 (1)
État hygrométrique en centièmes	90,4	91,5	89,0	85,5	86,8	87,4	88,7	88,7 (1)
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	1,3	0,3	0,4	2,5	1,2	0,1	0,2	t. 6,0
» (à 0m,10 du sol)	1,4	0,4	0,6	2,9	1,4	0,1	0,3	t. 7,1
Évaporation totale en millimètres	»	»	»	»	»	»	»	t. 22,4
Vit moy. du vent par heure en kilom.	4,2	4,4	4,7	5,9	5,3	5,0	5,0	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	0,22	0,10	0,13	0,83	0,40	0,03	0,07	»
Évaporation moyenne par heure	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique 65° +	»	26',0	»	»	»	»	»	»
Déclinaison magnétique 17° +	22',8	22,4	25',4	23',5	23',0	21',2	21',1	23',1 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc)	3°,2
» » (pavillon du parc)	3,2
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie).	2,6
Therm. noirci dans le vide, T' (valeur moy. fournie par 5 obs. : 6h M. 9h M., midi, 3h S. 6h S.).	5,63
» incolore t » » »	4,10
Excès (T' — t) » » »	1,53
» (valeur déduite de 4 observations : 9h M., midi, 3h, 6h S.)	1,90

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.
(2) Moyenne des observations de 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 5 Janvier 1874.)

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 1.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

M. Yvon

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 2 (12 Janvier 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JANVIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Tables du mouvement de Jupiter, fondées sur la comparaison de la théorie avec les observations;* par M. U.-J. **Le Verrier**.

« La théorie qui sert de base aux tables de Jupiter a été développée dans quatre Mémoires présentés successivement à l'Académie, dans les séances des 20 mai, 26 août, 11 novembre 1872 et 17 mars 1873.

» Les observations auxquelles elle a été comparée sont celles qui ont été effectuées : à Greenwich depuis 1750 jusqu'en 1830; à Greenwich depuis 1836 jusqu'en 1869; à Paris depuis 1837 jusqu'en 1867.

» La théorie et les observations sont complétement d'accord.

» Il n'existe donc aucune action étrangère à celles qui nous sont connues et qui paraisse troubler le mouvement de Jupiter d'une manière sensible. L'influence de l'ensemble des petites planètes est nulle. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Troisième Mémoire sur la Dynamique chimique; de l'intervention de l'eau dans les combinaisons chimiques; des électrodes à eau et autres liquides, et de leurs propriétés;* par M. **Becquerel**. (Extrait.)

« Dans les deux précédents Mémoires sur les effets électrochimiques produits dans le mélange de deux dissolutions salines et neutres, suivi ou

non de doubles décompositions, j'ai démontré que ce mélange s'opérait par l'intermédiaire de deux hydrates, formés momentanément, aux dépens de quantités infiniment petites, de l'acide et de l'alcali de l'un des sels et de l'eau de l'autre dissolution et réciproquement; ce mécanisme cesse aussitôt que le mélange est effectué; il a lieu également quand il se produit des combinaisons ou des décompositions.

» Le mode d'expérimentation employé pour mettre en évidence ce mécanisme consiste, comme on l'a déjà dit, à opposer le couple d'essai à un certain nombre de couples étalons de force constante et connue, et dans le circuit desquel se trouve un galvanomètre très-sensible servant à indiquer quand le courant cherché est équilibré par celui des couples étalons réunis en tension; mais, comme ces derniers se polarisent continuellement, il faut les dépolariser fréquemment, ce qui exige des soins très-minutieux, et encore n'atteint-on pas toujours, à moins de grandes précautions, le but proposé; d'un autre côté, les lames d'or ou de platine qui plongent dans les dissolutions ne sont pas constamment homogènes, puis se polarisent encore par la présence de gaz qui se fixent sur leurs surfaces, ce qui présente souvent des difficultés. J'entre de nouveau dans d'assez grands détails sur les moyens à employer pour dépolariser les couples étalons et les lames. Je rappelle ensuite tout ce que j'ai dit à cet égard, dans les Communications faites à l'Académie, dans les séances du 8 juin et 18 juillet 1870 (voir les *Comptes rendus* de ces séances, les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXXVIII), où l'on trouvera les précautions à prendre, surtout quand on dépolarise, à l'aide de la chaleur, les lames métalliques qui doivent être placées dans les dissolutions soumises à l'expérience.

» Il y a toujours, dans le mélange de deux dissolutions, production de plusieurs forces électromotrices : les unes provenant des hydratations, les autres des combinaisons; or il est facile de les distinguer et même de les séparer les unes des autres et de mesurer l'intensité de chacune d'elles, en employant les électrodes à eau, dont je vais indiquer l'emploi.

» On prend une éprouvette contenant une dissolution acide, on y plonge un tube fêlé, dans lequel se trouve une dissolution alcaline; dans chacune de ces dissolutions on introduit un tube fêlé, rempli d'eau distillée, et dans chacun de ces derniers on plonge une lame d'or ou de platine, parfaitement dépolarisée, ce dont on s'aperçoit facilement en les plongeant préalablement dans de l'eau distillée et les introduisant dans le circuit d'un galvanomètre, pour s'assurer que l'aiguille aimantée n'est pas déviée; cette épreuve faite, on commence l'expérience, et, si l'on obtient un cou-

rant électrique, il ne peut provenir que d'une action chimique autre que celle due à des hydratations, attendu que cette dernière est détruite par le mode d'action des électrodes à eau. Les résultats suivants servent à faire concevoir le mode d'action des électrodes à eau dans le cas le plus simple, celui où les deux sels en dissolution ont même base.

TABLEAU I.

			Forces électromotrices.	Moy.	Diff.
1er couple.	Nitrate de potasse.....	—	47-48-53-48-48-48..	48	18
	Eau................	+			
2e couple.	Chlorure de potassium.	—	30-27-35-28..........	30	
	Eau................	+			
3e couple.	Chlorure de potassium.	—	18-19-19-17-22........	19	
	Eau................	+			
	Nitrate de potasse.....	+			
4e couple.	Chlorure de potassium.	+	17-20-14-19..........	18	
	Nitrate de potasse.....	—			

» Les forces électromotrices produites par ces quatre couples proviennent d'hydratations, puisqu'il n'y a pas d'autre action chimique que celle résultant de la réaction de l'eau sur chacun des deux sels; quant à la force électromotrice du quatrième couple, elle se compose de celles qui ont lieu pendant le mélange des deux sels. Ces quatre séries d'expériences montrent bien que la dernière donne pour force électromotrice la différence des deux forces électromotrices produites par les couples 1 et 2 et agissant en sens contraire, résultat qui est confirmé encore par la force électromotrice du troisième couple, où l'eau se trouve entre deux dissolutions; les deux premiers ont donné 18, le troisième 19 et le quatrième 18 valeurs sensiblement égales. Si l'on opère avec le quatrième couple et les deux électrodes à eau, les effets produits étant en sens inverse de la somme des deux premiers, le résultat est nul, ce qui devait avoir lieu. En opérant avec des électrodes à eau quand il se produit des combinaisons pendant le mélange des deux dissolutions, l'une acide, l'autre alcaline, on a alors seulement la force électromotrice provenant des combinaisons.

» On peut donc se débarrasser des forces électromotrices résultant des hydratations, en employant les électrodes à eau; en effet, prenons une dissolution d'acide sulfurique et une dissolution de potasse : d'après le principe précédemment exposé, avant la combinaison et pendant le temps excessivement court qu'elle s'effectue, l'acide forme un nouvel hydrate avec l'eau de la dissolution alcaline et réciproquement; c'est par ce moyen

que la combinaison de l'acide avec l'alcali s'effectue et qu'il se produit deux courants électriques, l'un provenant des hydratations et l'autre de la combinaison de l'acide avec l'alcali. Or, en opérant avec les électrodes à eau, il y a deux courants dus à l'hydratation, et qui sont dirigés en sens inverse des deux premiers, produits pendant la combinaison, lesquels se trouvent ainsi annulés; il ne doit plus rester que le courant dû à la force électromotrice résultant de la combinaison de l'acide avec l'alcali.

» La première application qui a été faite des électrodes à eau a été de rechercher, au moyen du couple à cadmium et de ceux à zinc amalgamé, quelles étaient les forces électromotrices d'un couple (KO, 6HO) (SO^3HO), dont on augmenterait successivement les équivalents d'eau de l'acide jusqu'à $SO^3$96HO. Dans toutes les expériences, les forces électromotrices sont rapportées à celle du couple à cadmium, sulfate de cadmium, zinc amalgamé, sulfate de zinc, valant 100. Voici les résultats obtenus :

Tableau II. — *Électrodes à eau.*

		Moy.	Diff.
KO, 6HO — / SO^3 HO +	31 - 31 - 31	31	
			+ 9
KO, 6HO — / SO^3 2HO +	37 - 39 - 40 - 40	40	
			+20
KO, 6HO — / SO^3 6HO +	62 - 59 - 62 - 57 - 60 - 55	60	
			+ 7
KO, 6HO — / SO^3 12HO +	53 - 53 - 53 - 53	53	
			+ 3
KO, 6HO — / SO^3 24HO +	50 - 50 - 50	50	
			+ 4
KO, 6HO — / SO^3 48HO +	46	46	
			+ 5
KO, 6HO — / SO^3 96HO +	41	41	

» Les forces électromotrices moyennes qui se trouvent dans la troisième colonne se composent des quatre forces électromotrices provenant des quatre hydratations, lesquelles s'annulent étant dirigées en sens inverse, et de la force électromotrice due à la réaction de l'acide sur la potasse, la seule que l'expérience donne. Les moyennes montrent que, dans chaque couple, la force électromotrice est en rapport avec la quantité d'eau contenue dans la dissolution d'acide. On voit, en effet, que depuis SO^3HO jusqu'à 6HO, et probablement au-dessous de HO, la force électromotrice va en augmentant; que depuis $SO^3$6HO jusqu'à $SO^3$96HO, cette force va

en diminuant; et que, à partir de 24HO jusqu'à 48HO, la différence n'est plus que de 4 pour 24 équivalents d'eau, et de 5 pour 48 à 96; les différences deviennent donc de plus en plus faibles; la courbe, qui est le lieu de toutes les forces électromotrices et que l'on forme en prenant pour axe des abscisses les équivalents d'eau et pour axe des coordonnées les forces électromotrices, représente une courbe asymptotique compliquée, dont les deux branches s'approchent de plus en plus des deux axes des coordonnées.

» Les expériences ont été faites, comme on le voit dans le tableau ci-dessus, avec de grandes différences dans les quantités d'eau ajoutées à l'acide sulfurique; car, si l'on eût opéré en ajoutant un équivalent d'eau successivement à chaque couple, on aurait passé un temps considérable à expérimenter, vu les causes d'erreurs contre lesquelles il faut se mettre en garde; mais, comme entre 12 et 24 équivalents, 24 et 48, et 48 et 96, les différences sont faibles, on peut interpoler des termes qui représenteraient sensiblement les forces électromotrices des couples intermédiaires.

» On a vu précédemment que la combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse s'opérait par l'intermédiaire de l'eau en produisant deux hydrates, donnant lieu à deux courants qui s'ajoutent à celui provenant de cette combinaison; mais, si l'on ferme le circuit avec deux lames d'or, les deux courants provenant de l'hydratation s'ajoutent, comme on l'a déjà dit, à celui de la combinaison, tandis qu'avec les électrodes à eau on élimine alors les deux forces électromotrices qui annulent les deux autres produites dans la réaction l'une sur l'autre des deux dissolutions. Le tableau suivant contient les résultats obtenus en supprimant les électrodes à eau et les remplaçant par des électrodes d'or.

Tableau III.

	Couples.	Forces électromotrices.	Moyennes.	
1er couple	$KO, 6HO$ — $SO^3, 6HO$ +	172-174-176....	174	
2e couple	$KO, 6HO$ — Eau..... +	75-76.........	75,50	106,50
3e couple	$SO^3, 6HO$ + Eau..... —	31-31.........	31	

» Le chiffre 174 représente très-approximativement la force électromotrice du couple { $KO, 6HO$ / $SO^3, 6HO$ } qui est la somme des forces électromotrices des deux derniers couples et de la force résultant de la combinaison de l'a-

cide avec l'alcali; si donc on en retranche 106,5, on aura 67,50, qui représente la force électromotrice du premier couple dégagé des effets électriques résultant de l'hydratation : 67,50 est donc la force électromotrice qui représente, avec une certaine approximation, l'affinité de l'acide sulfurique pour la potasse, dans les conditions où l'on a opéré.

» Les difficultés d'expérimentation étant très-grandes à cause de la polarisation des éléments des couples étalons et des lames d'or qu'il faut détruire à chaque expérience, on a fait, quelques jours après, de nouvelles déterminations qui ont donné les résultats suivants :

TABLEAU IV. — *Électrodes d'or.*

	Couples.	Forces électromotrices.	Moyennes.	Diff.
1re série	SO^3, 6 HO + ; Eau ..... —	19-20-19	19,3	106,8
2e série	KO, 6 HO — ; Eau ...... +	87-88.........	87,5	
3e série	KO, 6 HO ; Eau ; SO^3, 6 HO	101-103........	102	65
4e série	KO, 6 HO ; SO^3, 6 HO	177-177........	177	

» Si l'on compare ces résultats à ceux du précédent tableau, on trouve des différences assez notables, quant aux forces électromotrices de la deuxième et de la troisième série, différences dues probablement à des effets de polarisation des couples étalons. Les rapports néanmoins sont les mêmes; en effet, dans les deux tableaux, la somme des forces électromotrices provenant de l'hydratation est égale à 106,50 et 106,8, et, en retranchant ces deux nombres de ceux qui représentent les forces électromotrices des deux couples KO, 6 HO; SO^3, 6 HO, on a pour différence, dans la première expérience, 67,5, dans la deuxième, 70,2.

» La différence entre ces deux nombres est de 2,70, qui est faible quand on pense aux causes nombreuses d'erreurs contre lesquelles il faut se mettre en garde.

» Il est à remarquer que les résultats qui composent le tableau II indiquent que, toutes les fois que dans le couple KO, 6H; SO^3, 6 HO le nombre d'équivalents d'eau augmente, la force électromotrice diminue d'autant moins que ce nombre augmente, et qu'il pourrait se faire que cet état de choses intervînt dans l'emploi des électrodes à eau. C'est une question que j'examinerai dans un prochain Mémoire.

» Une question se présente naturellement ici : doit-on considérer les effets électriques produits au contact d'une dissolution neutre et d'une autre également neutre, comme résultant d'hydratations, ou bien d'une simple diffusion? Cette dernière opinion n'est pas admissible, quand on se reporte aux effets calorifiques observés pendant le mélange, effets qui ne peuvent être expliqués qu'en admettant des réactions chimiques; or, comme les forces électromotrices produites sont concomitantes avec les effets calorifiques résultant d'hydratations, on ne saurait admettre un simple mélange qui ne trouble jamais l'équilibre des forces électriques, tant qu'il n'y a pas d'affinités mises en jeu. La corrélation est telle, au surplus, entre la chaleur et l'électricité, que, lorsque les affinités agissent, l'une et l'autre manifestent aussitôt leur présence.

» En résumé, on voit, d'après les faits consignés dans ce Mémoire, que le mode d'expérimentation employé pour déterminer la force électromotrice produite au contact de deux dissolutions par l'emploi d'électrodes à eau, ou formées d'autres liquides, sert à comparer les affinités des substances en dissolution, en séparant les effets électriques résultant de l'hydratation de ceux provenant des combinaisons, de sorte que l'on n'a plus besoin de plonger les électrodes d'or ou de platine dans les dissolutions, qui attaquent quelquefois le métal et introduisent alors dans les expériences une cause d'erreur. »

MAGNÉTISME. — *Sur la distribution du magnétisme dans le fer doux;* par M. J. JAMIN.

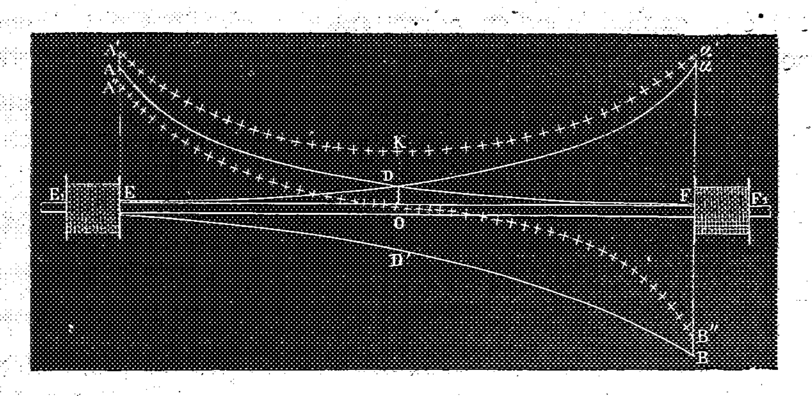
« Les expériences suivantes ont eu pour objet de rechercher la distribution du magnétisme dans une barre carrée de fer doux, de 2 mètres de longueur et de 20 millimètres de côté quand on l'aimantait par deux bobines E et F enveloppant les extrémités et traversées par le courant de 20 éléments de Bunsen. Je mesurais la force d'arrachement du contact d'épreuve, qui m'a toujours servi jusqu'à présent et que je plaçais successivement sur la barre, à des distances x de E, égales à 0, $0^d,5$, $1^d,0$,.... Cette force F exprime, en chaque point, la tension magnétique; sa racine carrée mesure l'intensité ou la quantité magnétique. Il ne sera question ici que de cette intensité I ou $\sqrt{F}$. Voici les résultats que j'ai trouvés.

» I. Si la barre est aimantée par la bobine EE_1 seule, elle prend un magnétisme boréal en E_1 et une aimantation australe qui s'étend tout le long de la barre de E en F_1, et qui est figurée par la courbe ADF. L'inten-

sité est exprimée par l'équation

$$(1) \qquad I = \frac{A}{\alpha^x} = \frac{11,95}{(1,161)^x},$$

ce qui veut dire que l'intensité magnétique de chaque tranche est à celle de la tranche précédente dans un rapport constant.



Barre de longueur infinie.

Distance x.	I obs.	$A\alpha^{-x}$.	Distance x.	I obs.	$A\alpha^{-x}$.	$A\alpha^{-(2l-x)}$.	Somme.
0,.....	11,85	11,95	6,5....	4,50	4,60	0,06	4,66
0,5....	10,22	11,00	7,0....	4,25	4,25	0,08	4,33
1,0....	10,26	10,25	7,5....	4,00	4,00	0,10	4,10
1,5....	9,15	9,50	8,5....	3,85	3,35	0,12	3,47
2,0....	8,35	8,85	9,5....	3,60	2,90	0,16	3,06
2,5....	7,91	8,20	10,5....	3,00	2,48	0,19	2,67
3,0....	7,66	7,65	11,5....	2,20	2,15	0,22	2,37
3,5....	6,86	7,05	12,5....	2,20	1,85	0,28	2,13
4,0....	6,19	6,55	13,5....	2,15	1,55	0,32	1,87
4,5....	6,00	6,10	15,5....	1,70	1,15	0,55	1,70
5,0....	5,40	5,72	»	»	»	»	»
5,5....	5,30	5,35	17,0....	1,70	0,95	0,58	1,53
6,0....	5,15	5,00	18,5....	1,60	0,70	0,70	1,48

» II. Si la barre n'est point assez longue pour être regardée comme infinie, et qu'elle soit terminée en O la courbe ADF se replie en avant, suivant DE, et les ordonnées de la partie repliée s'ajoutent à celles de la courbe AD. Les choses se passent comme si l'aimantation se réfléchissait à l'extrémité de la barre. L'équation de la courbe est alors

$$(2) \qquad I = \frac{A}{\alpha^x} + \frac{A}{\alpha^{2l-x}}.$$

Voici la comparaison de l'expérience au calcul pour deux barres, l'une de

1 mètre, l'autre de 5 décimètres, enfoncées chacune de 15 centimètres dans la bobine, l étant égal à $7^d,5$ et à $3^d,5$.

Barres de longueur finie.

$l = 8,5$.						$l = 3,5$.		
Distance.	I obs.	I calc.	Distance.	I obs.	I calc.	Distance.	I obs.	I calc.
0,0...	12,82	12,85	5,0...	7,44	7,70	0,0...	14,00	14,94
0,5...	11,20	12,95	5,5...	7,30	7,55	0,5...	14,20	14,56
1,0...	10,75	11,00	6,0...	7,20	7,20	1,0...	13,85	14,10
1,5...	10,65	10,00	6,5...	7,10	7,03	1,5...	13,65	13,81
2,0...	9,30	10,10	7,0...	7,18	6,90	1,0...	13,65	13,70
2,5...	9,80	9,63	7,5...	7,20	6,85	2,5...	13,55	13,37
3,0...	8,65	9,00	8,0...	6,84	6,75	3,0...	14,35	13,30
3,5...	8,35	8,72	8,5...	7,40	7,70	3,5...	14,45	13,20
4,0...	8,28	8,30	»	»	»	»	»	»
4,5...	7,72	8,00	»	»	»	»	»	»

» La barre de 2 mètres étudiée au premier tableau n'était point indéfinie et le deuxième terme de l'équation (2) n'était pas négligeable pour des distances à l'origine supérieures à 6,5; ce terme a été calculé comme on peut le voir dans la deuxième partie du premier tableau.

» III. On aimante maintenant la barre avec les deux bobines à la fois, mais en faisant passer les courants dans des sens opposés. La première donne, étant seule, la courbe AF_1 de magnétisme austral; la deuxième, la courbe αE_1, qui est symétrique, et de même nom. Agissant toutes deux elles produisent une intensité égale à la somme des deux figurée en $A'K\alpha'$ et représentée par l'équation

$$I = \frac{A}{\alpha^x} + \frac{A}{\alpha^{l-x}}. \tag{3}$$

On a fait trois séries d'expériences en mettant les bobines à des distances de 15, 13, 9 décimètres.

Effet de deux bobines (courants inverses).

	$l = 15,0$.		$l = 13,0$.		$l = 9,0$.	
Distances.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.
0,0....	12,5	13,15	12,82	13,65	15,40	15,10
0,5....	11,21	12,35	12,88	12,85	14,08	14,35
1,0....	11,31	11,55	11,55	12,25	13,38	13,85
1,5....	11,09	11,05	11,45	11,65	13,00	13,50
2,0....	10,65	10,82	10,95	11,15	12,82	13,10
2,5....	10,10	10,05	10,30	10,68	12,40	12,80

	l = 15,0.		l = 13,0.		l = 9,0.	
Distances.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.
3,0....	9,75	9,65	10,04	10,30	12,05	12,65
3,5....	9,40	9,20	9,75	9,95	12,20	12,40
4,0....	8,60	8,85	9,70	9,70	12,18	12,27
4,5....	8,40	8,58	9,30	9,45	12,30	12,20
5,0....	8,05	8,37	9,30	9,31	»	»
5,5....	8,00	8,15	9,50	8,35	»	»
6,0....	8,00	8,15	9,20	9,25	»	»
6,5....	7,85	7,95	9,50	9,20	»	»
7,0....	7,85	7,85	2,11	»	»	»
7,5....	7,82	8,01	»	»	»	»

» IV. On dirige maintenant les courants des bobines dans le même sens. La première aimante australement la barre suivant ADF_1; la deuxième lui donne un magnétisme boréal BD′E. Quand elles agissent ensemble, on a la différence ou la courbe A″OB″, qui satisfait à l'équation

$$I = \frac{A}{\alpha^x} - \frac{A}{\alpha^{l-x}},$$

ce qui est précisément l'équation donnée par Biot pour les aimants d'acier, et qu'on retrouve ici par une voie plus naturelle.

Effets de deux bobines (courants parallèles).

	l = 15,0.		l = 13,0.		l = 9,0.	
Distances.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.	I obs.	I calc.
0,0...	11,20	10,70	11,50	10,25	11,0	8,80
0,5...	9,90	9,65	9,60	9,15	7,50	7,65
1,0...	8,76	8,95	8,70	8,25	6,56	6,65
1,5...	7,75	7,75	8,02	7,35	5,35	5,50
2,0...	7,00	7,15	7,28	6,55	4,60	4,60
2,5...	6,20	6,35	6,04	5,72	3,60	3,00
3,0...	5,50	5,65	5,05	5,00	1,50	2,65
3,5...	4,72	4,90	4,85	4,15	1,75	1,70
4,0...	4,00	4,25	3,40	3,40	1,00	0,83
4,5...	3,22	3,62	2,20	2,75	»	»
5,0...	3,15	3,07	»	»	»	»
5,5...	2,40	2,45	»	»	»	»

» Ces lois, fort remarquables à cause de leur simplicité, conduisent aux remarques suivantes :

» 1° Quand les deux courants sont parallèles, les intensités produites par chacun d'eux se retranchent; quand ils sont opposés, elles s'ajoutent.

» 2° Dans le premier cas, la somme d'aimantation développée est diminuée; dans le second, elle est augmentée.

» 3° Si l'on admet la théorie des solénoïdes, l'action des courants parallèles devrait s'ajouter, et la somme des intensités être augmentée : c'est l'inverse qui a lieu.

» 4° Quand les courants des bobines sont de sens opposés, ils devraient agir inversement sur les courants particulaires du fer et les effets se retrancher; ils s'ajoutent, au contraire.

» 5° L'action des bobines devrait être nulle au milieu O : elle ne l'est pas. On ne peut dire qu'il y ait en ce milieu un pôle conséquent, car il se manifesterait par un point de rebroussement, et il n'y en a pas.

» Ces phénomènes me paraissent devoir conduire à des modifications dans la théorie des solénoïdes. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans les combinaisons de l'azote avec l'oxygène;* Note de M. **Berthelot**.

« J'ai entrepris de mesurer la chaleur dégagée dans la formation des composés oxygénés de l'azote, sujet difficile, qui est resté obscur et controversé, malgré les travaux nombreux entrepris à son occasion. Il offre cependant une grande importance, tant au point de vue de la mécanique chimique que des applications relatives aux substances explosives. J'espère que les résultats obtenus dans le Mémoire actuel, par des méthodes indépendantes et qui se contrôlent, seront jugés plus satisfaisants.

» Mes recherches ont porté sur les objets suivants :

» 1° Études sur les azotites et sur leur transformation en azotates;

» 2° Formation des azotites et des azotates, à partir des éléments;

» 3° Formation thermique de tous les oxydes de l'azote, dans l'état gazeux, à partir des éléments;

» 4° Application des résultats précédents à diverses réactions et notamment aux décompositions définies de la poudre et des corps explosifs qui dérivent de l'acide azotique.

I. — Études sur les azotites.

» 1. Les recherches de Thermochimie doivent être exécutées à partir d'un ensemble de corps parfaitement purs, susceptibles d'être reproduits à volonté et conservés sans altération, de façon à constituer un système initial complétement défini, au double point de vue physique et chimique. Elles doivent aboutir, dans la courte durée d'une seule et même expérience,

opérée à la température ordinaire, à un système final également défini, tel que tous les composants primitifs aient éprouvé des transformations stables, simples, et très-exactement connues comme nature et comme proportions. Si je rappelle ces conditions générales des études thermochimiques, c'est qu'elles sont très-difficiles à remplir dans l'étude des composés azotés; j'ajouterai même qu'elles ne l'avaient jamais été en toute rigueur par les expérimentateurs qui m'ont précédé. Aussi me suis-je attaché d'abord à préparer un composé cristallisé, stable, parfaitement défini, et qui pût fournir à mes essais une base indiscutable. J'ai choisi l'azotite de baryte.

» 2. *Azotite de baryte.* — J'ai préparé ce corps par la réaction de la vapeur nitreuse (amidon attaqué par l'acide azotique) sur un mélange de carbonate et d'hydrate de baryte, tenus en suspension dans l'eau. J'ai fait cristalliser l'azotite de baryte à plusieurs reprises, de façon à le séparer complétement de l'azotate. J'ai préparé près de 1 kilogramme de ce sel et j'en ai vérifié la pureté par l'analyse (1) : AzO^4Ba, HO.

Ce sel se présente en petits prismes aiguillés et brillants, confusément assemblés. L'évaporation spontanée, très-lente, le fournit en gros cristaux maclés, qui offrent l'apparence d'une double pyramide hexagonale assez aiguë. C'est, en réalité, une forme limite, appartenant au système du prisme rhomboïdal droit, analogue à celle du sulfate de potasse.

» Voici quelques données thermiques relatives à ce sel :

	Cal
1 équivalent AzO^4Ba, HO, soit $123^{gr},5$, dissous dans 60 fois son poids d'eau, absorbe	$-4,30$
Le sel anhydre, $AzO^4Ba = 114^{gr},5$	$-2,84$
Donc la réaction $AzO^4Ba + HO$ dégage	$+1,46$

» La dissolution très-étendue d'azotite de baryte a été décomposée par l'acide sulfurique dilué, en dégageant pour 1 équivalent : $+7^{Cal},9$. J'ai d'ailleurs reconnu que l'acide azoteux très-étendu est mis à nu dans ces conditions, sans formation bien sensible d'acide azotique, comme le prouve son dosage par le permanganate. D'ailleurs, la formation du sulfate de baryte, d'après mes expériences, dégage $+18,40$ à partir de l'acide sulfurique et de la base étendue : on peut conclure de ces chiffres que :

AzO^3 très-dilué + BaO étendue = AzO^4Ba étendu, dégage... $+10,5$.

(1) 100 parties de sel cristallisé ont perdu à l'étuve .... 7,6; formule : 7,3
100 parties de sel desséché ont fourni, sulfate de baryte. 101,5; formule : 101,7
Enfin 100 parties de sel cristallisé ont absorbé, en se changeant en azotate sous l'influence du permanganate de potasse, Oxygène .... 12,6; formule : 12,9

C'est $3^{Cal},3$ de moins que les acides azotique et chlorhydrique, ce qui montre que l'acide azoteux doit être rangé parmi les acides faibles. Cette différence pourrait être due à ce qu'il se déshydraterait, en tout ou en partie, avec dégagement de chaleur, au moment où il prend naissance, comme semble le faire l'acide carbonique (*Annales de Physique et de Chimie*, 4e série, t. XXX, p. 505). Au surplus, l'acide chlorhydrique étendu déplace complétement l'acide azoteux dans les azotites alcalins dissous, d'après les mesures thermiques; tandis qu'en présence de la baryte l'acide acétique donne lieu à un partage, variable suivant les proportions relatives, et qui paraît devoir s'expliquer aussi par la déshydratation partielle de l'acide azoteux dans ses dissolutions.

» 3. *Azotite d'ammoniaque*. — Ce sel n'a guère été étudié jusqu'ici. Je l'ai préparé par double décomposition entre les solutions concentrées, mais froides, de sulfate d'ammoniaque et d'azotite de baryte. On évapore dans le vide, sur la chaux vive, aussi rapidement que possible. On obtient un sel blanc, cristallin, mais élastique et tenace; il se laisse rouler entre les doigts et il adhère aux parois des vases, à la façon du pseudo-camphre artificiel. Il est neutre aux réactifs colorés. Sa composition répond exactement à la formule AzO^3,AzH^3,HO. Il est très-déliquescent.

» Ce sel se décompose spontanément en dégageant de l'azote, même à la température ordinaire, sans changement dans la neutralité. La réaction, très-lente en hiver, s'accélère en été. Chauffé vers 60 à 70 degrés au bain-marie, il demeure quelque temps sans changement apparent, puis il *détone* avec violence. Il détone également sous le choc du marteau; ce sel doit donc être manié avec prudence.

» Les solutions aqueuses et concentrées de l'azotite d'ammoniaque se décomposent beaucoup plus vite à froid que le sel sec, et beaucoup plus vite aussi que les solutions étendues, minimum de stabilité fort singulier et difficile à expliquer. Aussi ces solutions, étant agitées, moussent comme du vin de Champagne. La réaction s'accélère avec l'élévation de température, mais se ralentit extrêmement avec la dilution.

» On obtient ce sel du premier coup, sous forme de cristaux, en faisant arriver dans une éprouvette, par de larges tubes, de l'oxygène et un mélange sec de bioxyde d'azote et de gaz ammoniac. L'eau nécessaire à la constitution de l'azotite est fournie ici par une portion des trois gaz

$$\left\{\begin{array}{l} AzO^2 + O + AzH^3 = Az^2 + 3HO, \\ 3(AzO^2 + O + AzH^3 + 3HO) = 3(AzO^3, HO, AzH^3). \end{array}\right.$$

C'est une élégante expérience, qui permet de montrer aisément l'azotite

d'ammoniaque dans un cours public; elle y rend également manifeste la mise à nu de l'azote contenu dans le bioxyde.

» Voici quelques données thermiques relatives à l'azotite d'ammoniaque :

AzO^3HOAzH^3 (64 grammes) sec + 120 fois son poids d'eau absorbe. . —4,75.

» La chaleur dégagée lorsque l'acide azoteux étendu s'unit avec l'ammoniaque diluée peut être déduite de la chaleur dégagée lorsqu'on précipite le sulfate d'ammoniaque par l'azotite de baryte. J'ai trouvé ainsi :

AzO^3 très-dilué + AzH^3 étendue dégagerait. . . . . + 9,1.

» 4. *Azotite d'argent*. J'ai trouvé, par voie indirecte :

AzO^3 dissous + AgO précipité = AzO^4Ag dissous, dégage + 3,35
» » » cristallisé, » + 12,1

» La chaleur de dissolution de l'azotite d'argent est + 8,8. La formation thermique de ce sel solide (+ 12,1) surpasse celle de l'azotate d'argent (+ 10,9), depuis la base et les acides étendus; tandis que celle des azotates alcalins l'emporte au contraire sur celle des azotites correspondants. La même inversion existe entre les chaleurs de formation des azotates alcalins, depuis la base et les acides étendus, qui sont les mêmes que celles des sels alcalins haloïdes (chlorures, bromures, iodures, cyanures), et la chaleur de formation de l'azotate d'argent, qui est très-inférieure à celle des sels haloïdes d'argent. On retrouve dans ces phénomènes thermiques les analogies connues entre le groupement AzO^4 et les radicaux halogènes : ClAg, IAg, $(C^2Az)Ag$, $(AzO^4)Ag$.

» 5. *Transformation de l'azotite de baryte en azotate*. — J'ai oxydé l'azotite de baryte par quatre procédés distincts et indépendants les uns des autres.

» 1° *Chlore gazeux*. — Système initial : AzO^3Ba dissous; Cl^2 gaz; H^2 gaz; O^2 gaz; nBaO dissoute; nHCl dissous, ces corps étant tous séparés les uns des autres.

» Système final : AzO^6Ba dissous + 2HCl dissous + $n\{BaCl + HO\}$ dissous, ces corps étant mélangés.

» On suppose d'abord que l'on a fait agir H^2 sur O^2, ce qui forme de l'eau en dégageant + 69 calories, d'après la moyenne des observations; puis on exécute réellement les expériences suivantes :

» On fait agir le chlore sec sur l'eau de baryte, prise sous un titre et un poids total connus; on mesure la chaleur dégagée Q, et l'on pèse directement le chlore absorbé p. On a soin qu'il reste un excès notable de baryte libre et l'on agite sans cesse pendant l'opération, afin de ne pas former

d'autre oxyde du chlore que l'acide hypochloreux (la chaleur dégagée fournit une vérification à cet égard, comme je le dirai ailleurs). Cela fait, on pèse un poids d'azotite de baryte strictement équivalent au poids du chlore absorbé; on le dissout, on mélange sa dissolution avec celle de l'hypochlorite, ce qui dégage une quantité de chaleur q, à peu près négligeable; on ajoute aussitôt de l'acide chlorhydrique étendu, en excès notable, ce qui dégage une nouvelle quantité de chaleur Q_1. Dans ces conditions, tout le chlore introduit au début se trouve à la fin et, dans un moment, changé en acide chlorhydrique, comme il est facile de le vérifier. L'état final est donc complétement défini, aussi bien que l'état initial, sans qu'il y ait lieu de se préoccuper des états intermédiaires. La somme $Q + q + Q_1$ représente la chaleur totale dégagée; soit, pour $Cl^2 = 71^{gr}$,

$$\frac{Q + q + Q_1}{p} 71 = S.$$

La chaleur dégagée, du système initial au système final, est donc $69 + S$.

» Mais on aurait pu suivre aussi la marche que voici :

Unir $2H$ avec $2Cl$ en formant $2HCl$ étendu, ce qui dégage.....	$+78,6$
Puis $nHCl$ étendu avec $nBaO$ dissoute, ce qui dégage.........	$+13,85n$
Enfin $2O + AzO^4Ba$ dissous $= AzO^6Ba$ dissous.............	x.

La somme thermique étant la même dans les deux marches, on a

$$S - 13,85n - (78,6 - 69) = x.$$

Mes expériences ont donné : $x = +22,1$.

» On remarquera l'artifice employé dans ces expériences pour éviter l'emploi du chlore gazeux dans un milieu neutre, ou acide, ou tel que la transformation du chlore en chlorure ne soit pas absolument instantanée, toutes conditions qui exposent l'opérateur à une formation variable des oxydes du chlore, comme je l'ai prouvé précédemment (1). J'ai également écarté l'acide hypochloreux libre, parce que cet acide ne peut guère être obtenu tout à fait exempt de chlore ou d'oxydes supérieurs du chlore; en outre, il s'altère avec promptitude, spontanément, et aussi en présence des corps qu'il oxyde, surtout dans un milieu acide, comme je l'ai observé. Ces circonstances, déjà connues des chimistes, et sur lesquelles je reviendrai, doivent, à mon avis, faire rejeter tout à fait l'emploi de l'acide hypochloreux libre et dissous, au même titre que celui du chlore dissous à l'avance, dans les expériences calorimétriques précises.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1514.

» 2° *Bioxyde de baryum.* — Système initial : AzO^4Ba dissous; $2BaO$ anhydre; O^2 gaz; $2HCl$ dissous, les corps étant séparés.

» Système final : AzO^6Ba dissous $+ 2(BaCl + HO)$ dissous.

» J'ai préparé d'abord du bioxyde de baryum pur, BaO^2, en précipitant l'eau oxygénée brute par l'eau de baryte; j'ai séché le corps dans le vide et j'en ai vérifié la composition. J'ai déterminé la chaleur dégagée par l'oxydation de la baryte, en dissolvant le bioxyde pur dans une solution chlorhydrique étendue de chlorure stanneux. Le calcul, fait d'après mes mesures sur la chloruration *directe* du chlorure stanneux très-fortement acide, et sur la réaction entre la baryte anhydre et l'acide chlorhydrique (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1518 et 1109), donne :

	Cal
BaO anhydre $+ O$ gaz $= BaO^2$ anhydre dégagent........................	$+5,9$
J'ai trouvé d'ailleurs $BaO^2 + HCl$ étendu $= BaCl$ dissous $+ HO^2$ étendue dégagent	$+11,0$
D'où je tire, par un calcul facile, $HO + O = HO^2$ absorbent..................	$-10,9$

» C'est la chaleur absorbée dans la formation de l'*eau oxygénée*; elle s'accorde avec la valeur que MM. Favre et Silbermann ont trouvée en décomposant ce corps au moyen du platine. Je la signale en passant, à cause de son intérêt propre; mais elle n'entre pas dans mes calculs.

» Ces données acquises, j'ai dissous un poids connu p (soit $8^{gr},5$) de bioxyde de baryum dans l'acide chlorhydrique, ce qui a dégagé une chaleur Q; j'ai ajouté à la liqueur un poids strictement équivalent d'azotite de baryte dissous, ce qui a dégagé Q', l'azotite étant entièrement changé en azotate, comme je l'ai vérifié. E étant l'équivalent de BaO^2, on a

$$\frac{Q+Q'}{p} E = S.$$

La chaleur totale dégagée depuis le système initial sera donc : $5,9 + S$.

» Or j'ai trouvé que BaO anhydre $+ HCl$ étendu dégage $+ 27,8$. Si l'on avait dissous la baryte directement dans l'acide et oxydé l'azotite par l'oxygène libre, on aurait dégagé $27,8 + x$. Donc

$$x = S - (27,8 - 5,9) = + 21,3,$$

moyenne de mes expériences, qui sont fort concordantes.

» 3° *Brome liquide* . . . .

» 4° *Permanganate de potasse.* — Les expériences effectuées dans une liqueur très-acide, par un excès de réactif, que l'on achève de détruire ensuite au moyen de l'acide oxalique, ont été calculées à l'aide des nombres que j'ai donnés pour les oxydations effectuées à l'aide du permanganate

(*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1438); ces résultats offrent moins de certitude que ceux des deux premières méthodes, à cause de la complication des réactions du permanganate. Leur moyenne est cependant suffisamment rapprochée : + 21,1.

» Ainsi la réaction : AzO^4Ba dissous + O^2 = AzO^6Ba dissous, dégage :

D'après les résultats obtenus avec	le chlore gazeux	+ 22,1
»	le bioxyde de baryum........	+ 21,3
»	le permanganate de potasse....	+ 21,1
	J'adopterai la moyenne	+ 21,5

valeur qui s'applique à peu près à tous les azotites alcalins dissous.

» Pour les sels solides, tels que $AzO^4Ba + O^2 = AzO^6Ba$, il faut ajouter la différence de leurs chaleurs de dissolution, soit, d'après mes essais :

$$4,64 - 2,84 = 1,80, \quad \text{ce qui fait} \quad + 23,3.$$

$AzO^4Am + O^2 = AzO^6Am$ dégage, sels dissous + 21,6; sels solides + 23,1

$AzO^4Ag + O^2 = AzO^6Ag$ » sels dissous + 20,1; sels solides + 17,0

Enfin AzO^3 très-dilué + O^2 = AzO^5HO étendu dégage + 18,2,

II. — FORMATION THERMIQUE DES AZOTITES DEPUIS LES ÉLÉMENTS.

» **1.** L'étude de cette formation est de la plus haute importance; car elle fixe les valeurs numériques relatives à tous les oxydes de l'azote et à leurs combinaisons; mais jusqu'ici aucune solution expérimentale n'avait été même essayée, à cause de l'extrême difficulté du sujet. Après divers tâtonnements, je suis arrivé au résultat, en mesurant la chaleur dégagée lorsque l'azotite d'ammoniaque se résout en azote et eau,

$$AzO^3, HO, AzH^3 \text{ solide} = Az^2 + 2H^2O^2 \text{ liquide}.$$

» Je place des poids connus d'azotite (2 à 3 grammes) et d'eau (1 à 2 grammes) entre deux enceintes concentriques de verre mince, extrêmement rapprochées; l'enceinte extérieure est fixée dans une troisième enceinte pleine d'air, plongée elle-même au fond du calorimètre. Dans l'enceinte centrale, qui communique au dehors par une très-petite surface, on introduit de l'eau chaude, laquelle apporte une quantité de chaleur connue d'après des expériences semblables faites à blanc; elle est capable de porter vers 80 degrés la température de la solution très-concentrée d'azotite qui l'enveloppe. L'azote se dégage aussitôt par un serpentin disposé à cet effet; il est recueilli et mesuré. Quand la réaction se ralentit, on brise tout le système des vases concentriques, de façon à produire un mélange exact et un équilibre de température dans le calorimètre. Cela

fait, on dose l'azotite qui reste dans les liqueurs, afin de calculer par différence l'azotite décomposé; ce dosage, toujours concordant avec celui de l'azote, a prouvé qu'il n'y avait point de réaction secondaire. La quantité de chaleur dégagée par la réaction est la différence entre la quantité trouvée et la quantité introduite. J'ai obtenu

	Cal		
1er essai.......	+ 78,2	Azotite détruit......	0,277
2e »	+ 80,4	»	0,890
3e »	+ 76,8	»	0,274
4e »	+ 81,2	»	0,138

» Ces chiffres sont aussi rapprochés qu'on peut l'attendre d'un procédé si compliqué. Je les ai donnés tous sans exception. La moyenne serait + 79,4; mais j'adopterai de préférence + 80,4, valeur qui répond à un poids d'azotite décomposé plus que triple de celui des autres essais, ainsi qu'à un dégagement de chaleur observé beaucoup plus grand et presque égal à la quantité auxiliaire. Ce chiffre, qui répond à la valeur énorme de 1257 Calories par kilogramme d'azotite, en explique les propriétés explosives. Il permet d'évaluer la formation des acides azoteux et azotique.

» Système initial : $Az^2 + 2H^2 + O^2$; système final : $Az^2 + 2H^2O^2$.

» D'une part $2H^2 + 2O^2 = 2H^2O^2$ dégage + 138; d'autre part $Az + H^3 = AzH^3$ dissous : + 35,15; $Az + O^3 = AzO^3$ dissous : x; $H + O = HO$ + 34,5; l'union de l'acide et de la base, + 9,1; la séparation de l'azotite solide, + 4,75; enfin sa décomposition, + 80,4; effets dont la somme égale + 138. D'où je tire

$$Az + O^3 = AzO^3 \text{ étendu absorbe } x = -25,9,$$

et $$Az + O^5 = AzO^5 \text{ étendu : } -25,9 + 18,2, \text{ soit } -7,7.$$

» Cette dernière valeur peut être obtenue d'ailleurs, par le calcul, sans passer par l'acide azoteux libre, qui pourrait donner lieu à certains doutes, mais uniquement par les azotites d'ammoniaque, de baryte, et par l'azotate de baryte, d'après les données des expériences du présent Mémoire. Elle s'accorde, comme je le montrerai, avec les déterminations de la chaleur de combustion de la poudre, faites récemment par MM. Roux et Sarrau, et par M. de Tromenec, lesquelles ont donné des nombres beaucoup plus élevés que l'ancien chiffre de M. Bunsen.

» En résumé, les acides azoteux et azotique (en faisant abstraction de l'eau qu'ils renferment) sont engendrés avec absorption de chaleur, depuis les éléments. J'établirai bientôt qu'il en est de même de tous les oxydes de l'azote, anhydres et gazeux. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Ostéologie des membres antérieurs de l'Ornithorhynque et de l'Echidné, comparée à celle des membres correspondants dans les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères.* Note de M. **Ch. Martins.**

« Tous les zoologistes connaissent les nombreuses analogies signalées par sir Everard Home, de Blainville, Meckel, Geoffroy Saint-Hilaire, Cuvier et Owen, entre les Monotrèmes d'un côté, les Reptiles et les Oiseaux de l'autre. Cette Note a pour but d'en faire connaître une nouvelle : celle qui existe entre l'ostéologie des membres antérieurs de l'Ornithorhynque et de l'Echidné comparée à la charpente osseuse de l'aile d'un Oiseau ou de la patte antérieure d'un Reptile. L'humérus des Monotrèmes, comme celui des Reptiles et des Oiseaux, n'est tordu que de 90 degrés environ. La tête humérale de tous ces animaux offre une surface elliptique dont le grand axe est dirigé de bas en haut et de dehors en dedans, et non d'avant en arrière comme dans les autres Quadrupèdes. Les deux tubérosites bicipitales sont converties en crêtes latérales semblables à celles des Oiseaux et l'articulation renferme un osselet intra-capsulaire qui existe également chez beaucoup d'entre eux. La forme générale de l'humérus n'est point celle de cet os dans les Reptiles et les Oiseaux ; il est court, élargi et hérissé d'apophyses comme celui de la Taupe. A l'avant-bras l'analogie avec les Oiseaux reparaît, le cubitus est *en dehors* et le radius *en dedans*. Ces deux os ont la même position que leurs homologues de la jambe, le péroné et le tibia.

» Si l'avant-bras des Monotrèmes ressemble plus à celui des Oiseaux qu'à celui des Reptiles, la main de l'Oiseau avec ses doigts avortés et munis de plumes n'a que des analogies bien éloignées avec les cinq doigts palmés de l'Ornithorhynque ou ceux armés d'ongles énormes qui caractérisent l'Echidné. Sous ce point de vue, les Monotrèmes rentrent complétement dans le type mammalogique. La main de l'Ornithorhynque, animal amphibie, est celle d'une Loutre; celle de l'Echidné, animal fouisseur, ne diffère que par la grandeur de celle de la Taupe.

» L'appareil sternal des Monotrèmes est très-fort et très-compliqué; il se compose de six pièces distinctes : 1° un sternum étroit, articulé avec cinq extrémités de côtes ossifiées comme celles des Oiseaux ; 2° un épisternum (présternum de M. Kitchin Parker); 3° un os inter-claviculaire (os furculaire de Geoffroy, os en Y de Cuvier, os en T d'Owen); 4° deux os épicoracoïdiens; 5° deux os coracoïdes ; 6° deux clavicules. Les coracoïdes et les clavicules unissent l'épisternum à l'omoplate. Tous ces os se retrouvent partiellement chez les Reptiles et chez les Oiseaux; mais l'appareil complet n'existe que chez les Halisauriens et, en particulier, chez l'Ichthyo-

saure. Ainsi, voilà un appareil osseux compliqué qui apparaît pour la première fois chez les Reptiles ichthyoïdes des mers liasiques, se propage partiellement à travers la série des Reptiles et des Oiseaux fossiles et vivants, reparaît dans les plus inférieurs des Mammifères et disparaît dans le reste de la classe, où il n'est plus représenté que par le sternum, l'apophyse coracoïde, la clavicule et l'épisternum plus ou moins avorté. Pour les naturalistes initiés à la doctrine de l'évolution, ces faits n'ont rien de surprenant et montrent, ajoutés à beaucoup d'autres, que les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères ont une origine commune qui explique leurs ressemblances. La découverte récente, dans l'argile de Londres, d'un Oiseau muni de dents, l'*Odontopterix toliapicus*, décrit et figuré par M. Owen, est un nouvel et puissant argument en faveur de cette doctrine.

» Étudions maintenant les membres antérieurs des Monotrèmes au point de vue fonctionnel. L'Ornithorhynque est un fouisseur amphibie, l'Échidné un fouisseur terrestre. Examinons comparativement l'animal fouisseur par excellence : la Taupe. L'analogie de ses membres antérieurs avec ceux des Monotrèmes est frappante : humérus, os de l'avant-bras parallèles entre eux, radius *en dedans*, cubitus *en dehors*; tout est semblable; la structure de la main est celle de la main de l'Échidné. L'appareil sternal est différent. Un épisternal aussi long que le sternum lui-même s'articule avec le *manubrium*; il porte une crête qui rappelle le bréchet des Oiseaux et s'articule latéralement avec la première paire de côtes, et supérieurement avec deux clavicules courtes et fortes. Comme les Monotrèmes, la Taupe présente donc un appareil de renforcement, mais il se réduit à l'épisternal. Les coracoïdiens, les épicoracoïdiens et l'interclaviculaire ou os en Y manquent complétement. Ainsi la fonction de fouir s'exerce chez la Taupe avec des organes réduits, et le sternum compliqué des Monotrèmes n'est point un appareil construit en vue de cette fonction. Comment le serait-il, puisque, chez l'Ichthyosaure, il n'était qu'un point d'appui des palettes natatoires d'un animal essentiellement pélagique?

» Allons plus loin et jetons un coup d'œil sur l'appareil sternal d'autres Mammifères fouisseurs et voyons s'il présente des dispositions spéciales en rapport avec la fonction qu'il doit remplir. Quelques-uns, *Bathyergus*, *Arctomys*, *Arvicola agrestis*, *Orycterope*, ont une clavicule plus ou moins forte, qui s'articule avec l'épisternum. Dans le Lapin, l'épisternum existe; mais la clavicule, très-grêle, n'est ossifiée que dans sa partie interne et, par conséquent, sans usage. Chez les Tatous, elle est également incomplète, et elle disparaît enfin complétement dans les Pangolins et les Blaireaux, quoique l'épisternum subsiste toujours. On voit donc que, dans les

animaux fouisseurs appartenant à divers ordres de la classe des Mammifères, l'acte de fouir ne correspond pas à un appareil déterminé dont toutes les parties seraient combinées de façon que l'animal puisse creuser rapidement le sol. Les Monotrèmes seuls ont des os coracoïdiens, épicoracoïdiens et interclaviculaires; l'épisternum seul persiste, comme du reste dans beaucoup d'animaux non fouisseurs, tels que le Phoque, le Tapir, le Cochon, le Daman et plusieurs espèces du genre *Felis*. Les animaux fouisseurs dépourvus de tout os de renforcement n'en creusent pas moins la terre. Il devient donc évident que le sternum compliqué de l'Ornithorhynque et de l'Échidné n'a pas un but fonctionnel : c'est un héritage des Reptiles ichthyoïdes, de même que tous les caractères, les uns propres aux Reptiles, les autres aux Oiseaux, quelques-uns communs à tous deux, qui, réunis dans les Monotrèmes à des caractères mammalogiques importants, leur assignent une place à la limite extrême des Mammifères. Ils forment le passage aux Reptiles, dont les Oiseaux sont également issus. Seule, la doctrine de l'évolution rend compte de ces faits, que l'on considérait autrefois comme la preuve sans réplique d'un plan préconçu dans l'ensemble systématique du Règne animal. »

M. **Le Verrier** fait hommage à l'Académie du tome X des *Annales de l'Observatoire de Paris*, partie des Mémoires.

« Le tome IX des *Annales de l'Observatoire* (partie des Mémoires) a paru en 1868. Les événements avaient arrêté la suite de la publication. Cependant l'Observatoire ayant été reconstitué par le décret du 13 février 1873, le Conseil approuva, dès la première de ses séances, la reprise des publications. L'Observatoire publie aujourd'hui le tome X des Mémoires. Le tome XI est sous presse. La suite des volumes des *Observations* est également sous presse. Il en est de même de la suite des cartes de l'Atlas écliptique.

» L'ensemble du travail marche rapidement et avec précision, grâce à l'Imprimerie de M. Gauthier-Villars, qui tient à nous donner des premières épreuves exemptes de toute faute.

» Le présent volume contient :

» 1° Le Mémoire présenté à l'Académie par M. Le Verrier dans la séance du 26 août 1872 et relatif aux actions mutuelles de Jupiter et de Saturne;

» 2° Le Mémoire présenté à l'Académie par MM. Wolf et André, et relatif aux apparences singulières qui ont souvent accompagné l'observation des contacts de Mercure et de Vénus avec le bord du Soleil. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le Problème des trois Corps.* Note de M. F. SIACCI.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Lagrange est le premier qui ait réduit le nombre des intégrations à faire, pour la résolution du Problème des trois Corps à *sept*, une quadrature non comprise. Plus récemment, Jacobi, M. Bertrand, Bour, M. Brioschi et d'autres illustres géomètres, sont arrivés par des voies diverses à des réductions équivalentes (1). Les méthodes de Bour et de M. Brioschi sont surtout remarquables en cela, qu'elles réduisent le Problème des trois Corps à celui de deux points fictifs (ceux qui sont donnés par la transformation bien connue de Jacobi) se mouvant dans un plan, qui est le plan même des trois corps donnés.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une méthode, au moyen de laquelle, quel que soit le système de coordonnées qu'on adopte pour déterminer la position des deux points fictifs, on peut toujours avoir plusieurs systèmes canoniques de huit équations, dont chacun réduit par conséquent à sept le nombre des intégrations à faire, en tenant compte de l'intégrale des forces vives. Je fais ensuite une application, où je trouve un système d'équations représentant aussi le mouvement de deux points dans un plan qui est, dans ce cas, le plan parallèle aux vitesses des trois corps, rapportées au centre de gravité.

» Soit

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{dX_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial X_i'}, & \frac{dY_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial Y_i'}, & \frac{dZ_i}{dt} &= \frac{\partial H}{\partial Z_i'}\\ \frac{dX_i'}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial X_i}, & \frac{dY_i'}{dt} &= -\frac{\partial H_i}{\partial Y_i}, & \frac{dZ_i'}{dt} &= -\frac{\partial H}{\partial Z_i} \end{aligned}\right\}\quad (i = 1, 2)$$

un système d'équations canoniques du Problème des trois Corps, où X_i, Y_i, Z_i sont les coordonnées orthogonales de l'un des deux points fictifs, dont la dernière est supposée perpendiculaire au plan invariable. De ces équations, quatre intégrales sont connues, celle des forces vives $H = h$, et

(1) LAGRANGE, *Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Académie des Sciences*, t. IX. — JACOBI, *Comptes rendus*, 1842 — BERTRAND, *Journal de Liouville*, 1852, p. 393. — BOUR, *Journal de l'École Polytechnique*, 1856. — BRIOSCHI, *Comptes rendus*, 1868.

les trois des aires

$$\Sigma_i(Y_i Z'_i - Z_i Y'_i) = 0, \quad \Sigma_i(Z_i X'_i - X_i Z'_i) = 0, \quad \Sigma_i(X_i Y'_i - Y_i X'_i) = k.$$

» Transformons ce système dans un autre, en posant

$$X_i = ax_i + by_i + cz_i, \quad Y_i = a'x_i + b'y_i + c'z_i, \quad Z_i = a''x_i + b''y_i + c''z_i;$$
$$X'_i = ax'_i + by'_i + cz'_i, \quad Y'_i = a'x'_i + b'y'_i + c'z'_i, \quad Z' = a''x'_i + b''y'_i + c''z'_i;$$

où a, b, c, a',... sont les neuf cosinus d'une substitution orthogonale, variables avec le temps. Nous supposerons que l'axe des x reste toujours sur le plan XY, et nous appellerons ψ l'angle qu'il fait avec l'axe des X, et θ l'angle compris entre z et Z. Dès lors les trois intégrales des aires pourront s'écrire comme il suit :

$$(2) \quad \Sigma_i(y_i z'_i - z_i y'_i) = 0, \quad \Sigma_i(z_i x'_i - x_i z'_i) = -k\sin\theta, \quad \Sigma_i(x_i y'_i - y_i x'_i) = k\cos\theta.$$

H gardera la même forme qu'auparavant, et le système (1) se changera, comme on peut le vérifier, en

$$(3) \quad \begin{cases} \dfrac{dx_i}{dt} = \dfrac{\partial(H-K)}{\partial x'_i}, & \dfrac{dy_i}{dt} = \dfrac{\partial(H-K)}{\partial y'_i}, & \dfrac{dz_i}{dt} = \dfrac{\partial(H-K)}{\partial z'_i}; \\ \dfrac{dx'_i}{dt} = \dfrac{\partial(K-H)}{\partial x_i}, & \dfrac{dy'_i}{dt} = \dfrac{\partial(K-H)}{\partial x'_i}, & \dfrac{dz'_i}{dt} = \dfrac{\partial(K-H)}{\partial z_i}, \end{cases}$$

où

$$K = \Sigma_i[p(y_i z'_i - z_i y'_i) + q(z_i x'_i - x_i z'_i) + r(x_i y'_i - y_i x'_i)],$$
$$p\,dt = c\,db + c'db' + c''db'', \quad q\,dt = a\,dc + a'dc' + a''dc'', \quad r\,dt = b\,da + b'da' + b''da''.$$

» Cela posé, qu'on transforme encore $x_1, y_1, z_1, x_2, y_2, z_2$ au moyen de substitutions arbitraires en $q_1, q_2, \ldots, q_6$, et $x'_1, y'_1, z'_1, x'_2, y'_2, z'_2$ en $p_1, p_2, \ldots, p_6$ par les relations

$$x'_i = \Sigma_j p_j \frac{\partial q_j}{\partial x_i}, \quad y'_i = \Sigma_j p_j \frac{\partial q_j}{\partial y_i}, \quad z'_i = \Sigma_j p_j \frac{\partial q_j}{\partial z_i}, \quad (j = 1, 2, \ldots, 6).$$

Les douze équations (3) se changeront sans difficulté en

$$(4) \quad \frac{dq_j}{dt} = \frac{\partial(H-K)}{\partial p_j}, \quad \frac{dp_j}{dt} = \frac{\partial(K-H)}{\partial q_j},$$

et les intégrales (2) prendront les formes

$$(5) \quad f_1(p_j q_j) = 0, \quad f_2(p_j q_j) = -k\sin\theta, \quad f_3(p_j q_j) = k\cos\theta.$$

» Or, θ et ψ étant des fonctions du temps, on pourra les déterminer, soit directement, soit implicitement, au moyen de deux relations arbitraires

entre les douze variables p_j, q_j. Nous déterminerons θ et ψ en supposant nulles deux quelconques des douze variables, par exemple q_5, q_6. Alors de (5) on pourra tirer les valeurs θ, p_5, p_6, et écrire les deux dernières dans les huit équations

$$\frac{dq_1}{dt}=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial p_1},\quad \frac{dp_1}{dt}=\frac{\partial(\mathrm{K}-\mathrm{H})}{\partial q_1},\ldots,\quad \frac{dq_4}{dt}=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial p_4},\quad \frac{dp_4}{dt}=\frac{\partial(\mathrm{K}-\mathrm{H})}{\partial q_4},$$

après avoir exécuté les dérivations. Quant aux valeurs de p, q, r, qui figurent dans les dérivées de K, on les tirerait des équations

$$0=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial p_5},\quad 0=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial p_6},\quad r=-q\cot\theta,$$

puisqu'on a d'ailleurs les relations connues $q\,dt=\sin\theta\,d\psi$, $r\,dt=-\cos\theta\,d\psi$.

» Nous démontrerons maintenant que les huit équations, après les substitutions indiquées, conservent leur forme canonique. En effet, si $\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial q_1}\right)$ représente le résultat de la dérivation de H par rapport à q_1 lorsqu'on y remplace d'avance les quantités p_5 et p_6, on aura

$$\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial q_1}\right)=\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial q_1}+\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial p_5}\frac{\partial p_5}{\partial q_1}+\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial p_6}\frac{\partial p_6}{\partial q_1}=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial q_1}+\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial q_1}+\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial p_5}\frac{\partial p_5}{\partial q_1}+\frac{\partial\mathrm{K}}{\partial p_6}\frac{\partial p_6}{\partial q_1}.$$

Les trois derniers termes représentent la dérivée de K par rapport à q_1 lorsqu'on y remplace d'avance q_5 et q_6. Or ces valeurs sont tirées des équations (5); donc cette dérivée se réduira à

$$p\frac{\partial(0)}{\partial q_1}-q\frac{\partial(k\sin\theta)}{\partial q_1}+r\frac{\partial(k\cos\theta)}{\partial q_1}=-k(q\cos\theta+r\sin\theta)\frac{\partial\theta}{\partial q_1}=0.$$

De la même manière, on obtiendrait $\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial p_1}\right)=\frac{\partial(\mathrm{H}-\mathrm{K})}{\partial p_1},\ldots$; donc

$$\frac{dq_1}{dt}=\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial p_1}\right),\quad \frac{dp_1}{dt}=-\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial q_1}\right),\ldots,\quad \frac{dq_4}{dt}=\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial p_4}\right),\quad \frac{dp_4}{dt}=-\left(\frac{\partial\mathrm{H}}{\partial q_4}\right).$$

Après les *sept* intégrations, on aura ψ de l'équation $d\psi=-r\,\mathrm{s\acute{e}c}\,\theta\,dt$ par une simple quadrature; car r et θ seront des fonctions connues du temps. Nous aurions pu annuler une autre paire de variables, par exemple q_1 et p_6, évidemment avec le même succès. Des soixante-six combinaisons resteront naturellement écartées, dans les cas particuliers, celles, s'il y en a, où les équations (5) ne donnent pas les variables conjuguées aux variables annulées.

» Nous ferons une application en retenant les variables x_i, y_i, z_i,

x'_i, y'_i, z'_i. Nous ferons $z'_1 = z'_2 = 0$. Alors, des équations (2), on a

$$z_1 = \frac{y'_2 k \sin\theta}{x'_2 y'_1 - x'_1 y'_2}, \quad z_2 = \frac{y'_1 k \sin\theta}{x'_1 y'_2 - x'_2 y'_1},$$

$$k \sin\theta = \sqrt{k^2 + (x_1 y'_1 - y_1 x'_1 + x_2 y'_2 - y_2 x'_2)^2}.$$

Ces valeurs seront mises en H, et l'on aura les huit équations

$$\frac{dx_i}{dt} = \left(\frac{\partial H}{\partial x'_i}\right), \quad \frac{dy_i}{dt} = \left(\frac{\partial H}{\partial y'_i}\right), \quad \frac{dx'_i}{dt} = -\left(\frac{\partial H}{\partial x_i}\right), \quad \frac{dy'_i}{dt} = -\left(\frac{\partial H}{\partial y_i}\right),$$

dont reste l'intégrale $H = h$. Le plan xy est, en vertu de $z'_1 = z'_2 = 0$, le plan parallèle aux vitesses des trois corps, rapportées au centre de gravité.

» Si l'on faisait $z_1 = z_2 = 0$, on aurait obtenu les équations de Bour, mais sous une autre forme. On les retrouverait sous la même forme dans laquelle il les a données, en faisant $x_i = r_i \cos\alpha_i \cos\beta_i$, $y_i = r_i \cos\alpha_i \sin\beta_i$, $z_i = r_i \sin\beta_i$, et en annulant ensuite soit α_1 et α_2, soit β_1 et β_2. Si l'on annulait les conjuguées de β_1 et de β_2, on tomberait sur le système de Jacobi réduit à la forme canonique. Si l'on fait, enfin, $\beta_1 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$, $\beta_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$, et ensuite $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0$, on trouve le système de M. Brioschi, qui est analogue à celui de Bour, mais qu'il a déduit par une analyse bien plus simple et qui émane du même principe, d'où j'ai déduit, jusqu'à un certain point, la méthode que je viens d'exposer. »

OPTIQUE. — *Études sur la diffraction ; méthode géométrique pour la discussion des problèmes de diffraction.* Note de **M. A. Cornu.** (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Bertrand, Fizeau, Jamin.)

« Je me propose, dans une série de Notes, de résumer diverses recherches théoriques et expérimentales relatives à la diffraction. Je commencerai par l'indication sommaire d'une méthode géométrique qui permet de résoudre presque intuitivement la plupart des problèmes classiques de la diffraction d'une onde cylindrique et de relever, sur un tracé graphique construit une fois pour toutes, la valeur numérique des éléments inconnus. Elle est fondée sur le théorème de cinématique désigné parfois sous le nom de *règle de Fresnel* sur la composition de mouvements vibratoires parallèles et de même période.

» *Si l'on représente symboliquement chaque mouvement vibratoire par une droite, dont la longueur comptée à partir d'une origine fixe et égale à son amplitude et dont la direction avec un axe fixe représente sa phase, le mouvement vi-*

bratoire, résultant de la superposition de tous ces mouvements, est représenté symboliquement comme amplitude et comme phase par la grandeur et la direction de la résultante de toutes ces droites.

» L'application de ce théorème permet de remplacer les sommations qu'on rencontre dans les problèmes de diffraction par la recherche de la résultante, ou corde, d'un arc de courbe dont la définition va ressortir de l'analyse élémentaire du phénomène donné par Fresnel.

» Imaginons une onde cylindrique de rayon r qui envoie un mouvement vibratoire permanent à un point à N situé à une distance $r+d$ du centre de l'onde : décomposons la base de l'onde en arcs infiniment petits ds; d'après le principe d'Huyghens et les remarques de Fresnel, on conclut que le mouvement vibratoire du point N est donné par la formule

$$(1) \qquad u = k\int ds \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{r+d}{2r\lambda d}s^2\right) = A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} + \Phi\right),$$

λ étant la longueur d'onde, et T la période du mouvement vibratoire. Les limites de l'intégrale dépendent de la portion d'onde dont on cherche l'action sur le point N; l'amplitude A et la phase Φ résultantes s'obtiennent par identification avec la dernière expression.

» Nous pouvons effectuer géométriquement cette sommation en composant par la règle de Fresnel les amplitudes envoyées au point N par chaque élément ds de la base de l'onde. En effet, soient Mm_1, m_1m_2, m_2m_3 les arcs infiniment petits ds entre lesquels la base de l'onde est décomposée (M étant le *pôle* de l'onde ou le point le plus rapproché de N), chacun d'eux fonctionne comme une source lumineuse et envoie au point N un mouvement vibratoire dont l'amplitude infiniment petite est $d\sigma$; mais la phase de chacun de ces mouvements varie comme les différences de marche δ relativement au pôle. Portons, à partir d'une origine fixe μ, ces arcs $d\sigma$, et plaçons-les bout à bout, $\mu\mu_1$, $\mu_1\mu_2$, $\mu_2\mu_3$,..., de manière que leurs angles, avec une direction fixe, représentent la différence de phase avec le pôle. On obtiendra ainsi une ligne polygonale qui jouit de la propriété que la droite, qui joint deux de ses points, représente, par sa grandeur et sa direction, l'amplitude et la phase résultant des mouvements vibratoires émis par les arcs correspondants de la base de l'onde.

» *Équation de la ligne représentative.* — Soient x, y les coordonnées d'un point, $d\sigma$ l'élément de cette courbe; la proportionnalité des arcs élémentaires donne

$$d\sigma = \sqrt{dx^2 + dy^2} = k\,ds.$$

» L'inclinaison d'un élément sur l'axe des x étant égale à la différence de phase, on en conclut

$$(2)\qquad \operatorname{tang} 2\pi\varphi = \frac{dy}{dx} \quad \text{avec} \quad \varphi = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{r+d}{2r\lambda d}s^2 = \alpha s^2,$$

en désignant, pour abréger, par α le coefficient de s^2.

» Calculant les valeurs dx et dy et intégrant, il vient

$$x = k\int ds \cos \alpha s^2, \quad y = k\int ds \sin \alpha s^2.$$

» On reconnaît les intégrales de Fresnel comme formant l'abscisse e l'ordonnée de chaque point.

» Géométriquement, la courbe jouit d'une propriété caractéristique : *c'est la courbe dont le rayon de courbure est en raison inverse de l'arc.* C'est ce qu'on démontre immédiatement en divisant la valeur de l'arc $d\sigma$ par l'angle de contingence $2\pi d\varphi$, rapport égal au rayon de courbure

$$(3)\qquad \text{R} = k\frac{r\lambda d}{2\pi(r+d)} \times \frac{1}{s}.$$

» La nature transcendante de la courbe ne permet pas de construction géométrique indépendante du calcul ; il faut avoir recours à la table des valeurs numériques des intégrales de Fresnel. On sait que l'argument adopté v se déduit des expressions données plus haut en posant

$$(4)\qquad \alpha s^2 = \frac{\text{T}}{2}v^2, \quad \text{d'où} \quad s = v\sqrt{\frac{r\lambda d}{2(r+d)}v^2},$$

et les intégrales deviennent

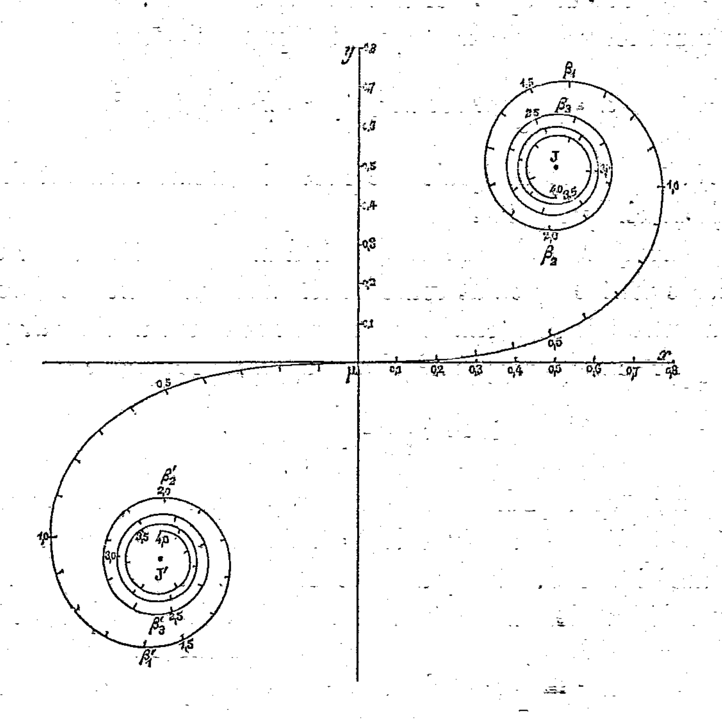
$$(5)\quad x = k\sqrt{\frac{r\lambda d}{2(r+d)}}\int_0^\varepsilon dv \cos\frac{\pi}{2}v^2, \quad y = k\sqrt{\frac{r\lambda d}{2(r+d)}}\int_0^\varepsilon dv \cos\frac{\pi}{2}v^2.$$

» La courbe ci-jointe a été construite en portant comme abscisses et ordonnées les valeurs de ces intégrales (abstraction faite du facteur constant), la limite ε variant de dixième en dixième. On remarquera que cette courbe, qui a la forme d'une double *spirale*, possède un centre au point origine μ et deux points asymptotiques J, J'.

» Ces points asymptotiques, situés sur une droite à 45 degrés de l'axe des x, proviennent de la valeur égale à $\frac{1}{2}$, vers laquelle convergent les deux intégrales pour une valeur infinie de la limite supérieure.

» On a laissé subsister l'indication de la construction de chaque point,

qui indique l'arc égal à la limite ε à laquelle le point correspond. Grâce à cette disposition, on n'a plus à s'occuper de l'échelle de proportionnalité entre la courbe et l'onde; la même courbe peut servir dans tous les cas et remplacer le tableau des intégrales : on discute les problèmes en prenant v pour variable, et l'on repasse à la valeur de s par la formule (4).



» *Usage de cette courbe.* — Les limites de cette Communication ne permettent pas de donner avec les détails suffisants les applications les plus intéressantes de cette méthode. Le lecteur les trouvera dans une publication où elles seront mieux à leur place (*Journal de Physique théorique et appliquée*, t. III, p. 1, 1874). Toutefois, pour bien faire comprendre l'esprit de cette méthode, qui me paraît mériter d'entrer dans l'enseignement, j'exposerai succinctement le cas de la diffraction du bord rectiligne d'un écran indéfini.

» Supposons que le plan du tableau sur lequel les franges se projettent soit parallèle au plan tangent à l'onde cylindrique qui forme le bord de l'écran. Considérons un point N du tableau situé dans la partie éclairée, très-loin de l'ombre géométrique. Ce point N reçoit l'action de l'onde presque tout entière. L'intensité totale est représentée seulement par le carré de la distance JJ' des points asymptotiques; à mesure que ce point N se rapproche de l'ombre géométrique, la portion la plus éloignée de la demi-onde

opposée est de plus en plus couverte par l'écran. Cette disparition d'une portion efficace de l'onde se traduit par la limitation de l'arc de spirale à un point qui s'écarte de plus en plus du point asymptotique J' correspondant à la demi-onde opposée à N.

» Le rayon vecteur subit des variations périodiques; par suite, l'intensité lumineuse passe par des maxima et des minima. Ces variations augmentent d'amplitude à mesure que N se rapproche de l'ombre géométrique, car les tours de spire décrits par l'extrémité mobile du rayon vecteur deviennent de plus en plus grands. Après un dernier minimum et un dernier maximum, les plus grands de tous, le rayon vecteur décroît d'une manière continue. A la limite de l'ombre géométrique, quand le rayon vecteur arrive au point μ, l'intensité est réduite au quart de sa valeur primitive, et au delà la décroissance s'effectue sans maxima ni minima.

» On reconnaît, dans cette analyse symbolique du phénomène, l'explication des franges extérieures et la diminution continue de la lumière dans l'ombre géométrique.

» Pour achever de préciser l'usage de cette courbe et l'employer à la détermination de la valeur numérique de l'intensité de la lumière en chaque point de l'écran, il suffit de représenter par Z la distance de ce point à l'ombre géométrique; des triangles semblables permettent d'écrire

$$\frac{Z}{s} = \frac{r+d}{r}, \quad \text{d'où} \quad Z = v\sqrt{\frac{(r+d)\lambda d}{2r}}.$$

» On calcule ainsi la valeur de v qui définit l'extrémité de l'arc utile de la courbe représentative à joindre au point asymptotique. La distance de ces deux points donne la racine carrée de l'intensité lumineuse.

» On discuterait et l'on calculerait de la même manière toutes les circonstances que présente l'ombre d'une fente, d'un fil, etc. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Physiologie du vol des oiseaux; du point d'appui de l'aile sur l'air.* Note de M. **Marey.**

(Commissaires : MM. Bertrand, Tresca, Resal.)

« J'ai présenté à l'Académie les résultats d'une série d'expériences destinées à déterminer les différents mouvements de l'aile de l'oiseau, pendant le vol, et les réactions que ces mouvements impriment au corps de l'animal.

» Depuis cette époque, j'ai travaillé dans une direction nouvelle, cherchant, au moyen d'appareils mécaniques, à produire des coups d'aile ca-

pables de soulever des poids plus ou moins lourds. Après quelques tâtonnements, j'ai réussi à déterminer les conditions mécaniques dans lesquelles ces appareils peuvent se soulever par l'abaissement de leurs ailes. Il faut que le *moment* de la force motrice soit un peu supérieur à celui de la résistance de l'air, les ailes de l'appareil étant assez légères pour que l'influence de leur masse soit négligeable.

» La force qui abat l'aile est celle d'un ressort qui s'attache à sa nervure dans le voisinage de l'articulation. La résistance de l'air sous chaque aile doit être égale à la moitié du poids de la machine, puisqu'elle doit neutraliser les effets de la pesanteur. Si l'on suppose l'aile de forme triangulaire et la résistance de l'air proportionnelle au carré de la vitesse, le point d'application de la résultante de toutes les pressions de l'air sous l'aile sera situé sur le milieu de cette aile, et aux $\frac{3}{5}$ de sa longueur, en comptant à partir de l'articulation.

» D'après ces données, il est facile de construire un appareil capable de se soulever par l'abaissement de ses ailes. On reconnaîtra que les conditions nécessaires sont remplies lorsque, plaçant un doigt sous chacune des ailes, aux points où s'appliquent les résultantes des pressions de l'air, on pourra soulever la machine sans faire fléchir les ressorts abaisseurs des ailes.

» J'ai pu m'assurer que ces conditions dynamiques sont réalisées dans la nature. Pour cela, j'ai mesuré l'effort statique dont les muscles pectoraux sont capables, et j'ai déterminé le lieu d'insertion de ces muscles, la forme des ailes et le poids du corps des oiseaux.

» Mais, lorsque je comparai la vitesse du coup d'aile de mes appareils mécaniques à celle que j'avais constatée en enregistrant les mouvements de l'aile d'oiseaux véritables, je vis que, pour se soulever, la machine devait avoir un coup d'aile trois ou quatre fois plus rapide que l'oiseau. Or, à égale force motrice, ce qui règle la vitesse d'un pareil mouvement, c'est la résistance qui lui est opposée; il fallait donc admettre que l'air résistait de neuf à seize fois moins à mon appareil qu'il ne résiste à l'aile d'un oiseau qui vole.

» Je reculai d'abord devant l'absurdité apparente de cette conclusion, et pourtant, plus je mesurais la vitesse d'abaissement de l'aile des oiseaux, plus j'arrivais à me convaincre que cette vitesse est insuffisante à les soutenir sur l'air, si quelque condition, qui manque dans mes appareils, ne vient pas augmenter la résistance de l'air sous l'aile de l'oiseau. J'espère montrer que c'est la translation de l'oiseau qui produit cet accroissement de la résistance que rencontre l'abaissement de son aile.

» En effet, l'air, comme tous les corps pondérables, présente les effets de l'inertie, c'est-à-dire que, soumis à une force impulsive constante, il résiste fortement pendant les premiers instants, puis acquiert une vitesse, et enfin tend à garder cette vitesse quand la force impulsive vient à cesser.

» Si l'on prend un disque léger, auquel on imprime un mouvement uniforme, suivant une direction perpendiculaire à son plan, on peut, au moyen d'un dynamomètre inscripteur, placé en arrière du disque, constater la résistance de l'air aux différents instants de ce mouvement. On voit alors : 1° une résistance considérable au début du mouvement : c'est l'effet de l'inertie de la colonne d'air que le disque tend à déplacer; 2° une pression plus faible, qui se maintient pendant la durée du mouvement; 3° une tendance à l'entraînement du disque, lorsque celui-ci s'arrête : cet entraînement est dû à la vitesse acquise de la colonne d'air en mouvement.

» Ainsi la résistance que l'air présente aux mouvements d'un corps se compose d'*un régime régulier*, précédé et suivi de *deux états variables*. Le régime régulier est ce que les différents expérimentateurs ont cherché à mesurer; c'est à lui seul que s'appliquent les estimations qu'on a données de la résistance de l'air à un mobile animé de différentes vitesses.

» S'il est démontré que, pendant l'état variable initial, la résistance de l'air atteint son maximum, il est clair que l'aile d'un oiseau devra trouver sur l'air un appui plus solide si, pendant toute la durée de son abaissement, elle peut se placer dans ces conditions initiales. Or, par suite de la translation de l'oiseau, l'aile, à chaque instant de sa descente, vient agir sur une nouvelle colonne d'air qu'elle tend à abaisser; mais, par suite de la faible durée de la pression qu'elle reçoit, chacune de ces colonnes d'air n'a pas le temps d'acquérir la vitesse de l'aile; elle se comprime donc et présente la résistance maximum de l'état variable initial.

» Pour démontrer l'exactitude de cette théorie, il fallait imprimer à mes appareils artificiels un mouvement de translation horizontale et constater, sous cette influence, un accroissement de la résistance de l'air aux mouvements de leurs ailes.

J'ai varié l'expérience de diverses manières et j'ai toujours constaté cet accroissement de la résistance de l'air, se traduisant par un ralentissement des mouvements de l'aile.

» Ainsi j'ai construit un oiseau artificiel dont les ailes étaient actionnées par une pompe à air. Une machine à vapeur, travaillant d'une façon uniforme, commandait cette pompe et imprimait ainsi aux ailes des batte-

ments parfaitement réguliers. L'oiseau artificiel, placé à l'extrémité d'un long bras de manége, pouvait à volonté battre des ailes sur place ou recevoir, en même temps, un mouvement rapide de translation circulaire. Dans ces conditions, si je mesurais l'amplitude des battements des ailes pendant l'immobilité de l'appareil, je trouvais que, entre ses deux positions extrêmes, l'aile formait un angle d'environ 60 degrés. En faisant tourner le manége de manière à imprimer à l'oiseau factice une translation d'environ 10 mètres par seconde, on voyait l'amplitude des battements se réduire à 30 et même 20 degrés. Or rien n'était changé dans la force motrice, ni dans la fréquence des mouvements des ailes : il fallait donc admettre un accroissement de la résistance de l'air, pour expliquer cette diminution dans l'amplitude, c'est-à-dire dans la vitesse des coups d'ailes.

» Craignant que la force centrifuge produite par la rotation du manége pût être accusée de produire quelques perturbations dans les mouvements des ailes, je fis des expériences analogues en imprimant à l'appaeilr un mouvement de translation rectiligne; j'obtins le même ralentissement des coups d'ailes de la machine.

» Cette influence de la translation horizontale sur la résistance de l'air aux coups d'ailes des oiseaux me semble expliquer comment s'obtient le *point d'appui* dans le vol; elle rend compte de certains faits que l'observation ou l'expérience révèle. Voici quelques-uns de ces faits :

» 1° Quand un oiseau s'envole, les mouvements de ses ailes sont très-étendus; ils le sont moins quand le transport horizontal de l'oiseau est devenu rapide.

» 2° Quand un oiseau vole attaché par un fil, il tombe, malgré ses coups d'ailes, aussitôt que la tension du fil vient arrêter sa vitesse horizontale.

» 3° Un oiseau qui s'envole s'oriente autant que possible, le bec au vent (d'Esterno); c'est parce qu'alors le vent, apportant sans cesse de nouvelles couches d'air sous ses ailes, le place dans les mêmes conditions que la translation horizontale.

» 4° Quand on suspend un oiseau vivant au bras d'un manége qui lui permet d'exécuter les mouvements de ses ailes et de voler circulairement, on voit que, si l'on imprime au manége un rapide mouvement de rotation, les battements des ailes prennent une extrême lenteur. La révolution de l'aile d'un pigeon peut alors durer plus d'une seconde, au lieu d'un huitième de seconde, qui est sa durée normale. Comme tout mouvement musculaire se ralentit en raison des résistances qu'il éprouve, cette expérience

est une des meilleures preuves qu'on puisse donner, de l'accroissement de la résistance de l'air par la vitesse de translation de l'oiseau.

» L'espace seul me manque pour multiplier ici les preuves en faveur d'une théorie qui me semble éclairer le point le plus obscur de la théorie mécanique du vol. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée dans ses rapports avec les affinités naturelles* (*Classes des Crucifériinées, Lirioïdées, Bromélioïdées et Joncinées*). Note de M. **Ad. Chatin**.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« I. La classe des Crucifériinées, composée des Crucifères et des Capparidées, est des plus naturelles; les Résédacées y sont accessoirement rattachées. L'organogénie est en rapport avec les affinités morphologiques admises.

» Avec Kranze et M. Duchartre, mais en désaccord avec les observations de M. Payer, d'après lesquelles les paires de grandes étamines des Crucifères naissent chacune par un mamelon unique qui se dédoublerait ensuite, j'ai constaté que ces étamines apparaissent d'abord distinctes et séparées, fort distantes même, pour ne se rapprocher deux à deux que consécutivement à leur naissance; ce sont donc des étamines qui, d'abord isolées, se conjuguent, nullement des éléments d'abord simples et plus tard dédoublés.

» Mes observations diffèrent, en outre, de celles de M. Payer sur ce point important (que j'ai surtout à relever ici) que les grandes étamines des Crucifères, qu'on peut dire opposées aux pétales, tant elles naissent rapprochées de l'axe de ceux-ci, notamment dans l'*Iberis*, l'*Alyssum*, l'*Aubrietia*, le *Cheiranthus* lui-même, apparaissent avant les petites étamines latérales et sur un cercle plus intérieur que celles-ci, dans lesquelles on doit voir un verticille externe manquant, par un avortement congénital, des étamines antérieure et postérieure. L'ordre d'évolution est donc centrifuge, quoique, en réalité, le verticille externe soit oppositisépale comme dans les Légumineuses.

» Il résulte de ce qui précède que si les étamines antérieure et postérieure des Crucifères n'avortaient pas, elles seraient placées exactement derrière les couples, à éléments rapprochés consécutivement à leur naissance, qui représentent le verticille oppositipétale.

» Les Capparidées, qu'elles aient six étamines comme le *Cleome* et le

Gynandropsis, ou qu'elles soient polypétales comme le Câprier, produisent aussi leurs étamines dans l'ordre centrifuge. Notons même que le *Diplolæna*, comme quelques *Sisymbrium*, etc., parmi les Crucifères, se trouve réduit à quatre étamines par l'avortement des étamines latérales ou dernières-nées.

» C'est encore le développement centrifuge, mais avec quelques irrégularités, qu'on retrouve dans les Résédacées, famille qui, par l'évolution de l'androcée, ainsi que par plusieurs des caractères morphologiques, est quelque peu dissidente.

» Au résumé, l'ordre de formation des étamines confirme les grandes affinités morphologiques admises entre les Crucifères et les Capparidées, en même temps qu'il signale entre ces Cruciférinées types et les Résédacées des différences en rapport avec les données morphologiques.

» On remarquera que, si l'ordre d'évolution des Crucifères était centripète, ainsi qu'on l'a dit à tort, il y aurait dissidence complète entre cette famille et celle des Capparidées, ce qui n'est pas.

» II. Le savant auteur du *Traité d'Organogénie* ayant observé, ce qui est exact, que, dans le *Tradescantia*, les étamines opposées aux pétales naissent avant celles opposées aux sépales, fut très-frappé de ce fait, qui lui parut unique dans le règne végétal. On vient de voir que tel est cependant le cas de la grande famille des Crucifères. Il nous reste à signaler des faits de même ordre dans quelques autres groupes naturels appartenant, les uns aux Monocotylédones, comme le *Tradescantia*, les autres aux Dicotylédones, comme les Crucifères.

» Ce fut d'abord dans le *Smilax* et les Dioscorées (*Tamnus, Dioscorea*), plantes si semblables entre elles qu'on n'hésiterait pas à les rapprocher sur leur air de famille sans le caractère spécial de l'ovaire, libre dans celui-là, infère dans ces dernières, que je constatai le mode de formation de l'androcée observé dans le *Tradescantia*. Bientôt après, je le retrouvai dans le *Commelyna*, congénère du *Tradescantia*, et l'on peut croire qu'il est un attribut général des Commélynées et des Dioscorées, tandis que, chez les Liliacées, Asparagées, il n'est que l'attribut des *Smilax;* du moins, l'évolution centrifuge de l'androcée de ce dernier genre fait-elle place au développement centripète dans les *Asparagus, Convallaria, Paris* et *Polygonatum*, comme dans le *Tulipa*, le *Lilium* et autres Liliacées.

» III. C'est aussi le verticille staminal interne et opposé aux pétales que j'ai vu naître le premier dans l'*Anigozanthus* et le *Wachendorfia*, Hæmodoracées chez lesquelles un intervalle notable sépare, plus encore que dans les Commélynées et les Dioscorées, l'apparition du verticille externe de

celle du verticille opposé aux pétales. Ce sont encore les trois étamines superposées aux pétales qu'on voit naître peu après ces derniers dans le *Xiphidium;* mais là s'arrête pour cette plante la formation de l'androcée, le verticille staminal opposé aux sépales étant frappé chez elle d'avortement congénital; ainsi se passent sans doute les choses dans l'*Hæmodorum* et le *Lachnanthes* (qu'il ne m'a été donné d'observer que dans le très-jeune âge des fleurs), qui ne présentent jamais que les trois étamines opposées aux pétales.

» Le développement centrifuge, commençant par les étamines opposées aux pétales et pouvant, dans quelques genres, s'arrêter après la production du premier verticille, serait donc un attribut général des Hæmodoracées, comme il l'est des Commélynées, des Dioscorées et du *Smilax.*

» Les Burmanniées, dont je n'ai pu suivre le développement, n'ont, comme plusieurs genres d'Hæmodoracées, que trois étamines opposées aux pétales; nul doute qu'elles ne doivent être rattachées au même type floral.

» IV. J'opposerai au type représenté par les Commélynées, etc., et suivi chez les Hæmodoracées, celui des Liliacées (moins le *Smilax*), des Amaryllidées, Hypoxidées, Mélanthacées, Joncées, etc., de beaucoup le plus commun dans les Monocotylédones. Ici ce sont les étamines alternes aux divisions intérieures (pétales) du périanthe, qui apparaissent les premières, le verticille opposé à ces divisions ne venant qu'un peu plus tard. L'ordre de formation, centrifuge dans les familles du premier groupe, est ici centripète.

» Parmi ces dernières familles, les Joncées présentent cet intérêt particulier que, comme les Hæmodoracées et mieux encore que celles-ci, on peut y suivre le passage de l'androcée diplostémone à l'androcée réduit à un simple verticille.

» Le *Luzula* et le *Rapatea* ont toujours les étamines disposées sur deux verticilles qui se produisent dans l'ordre centripète. Les *Juncus* ont, le plus souvent aussi, six étamines fertiles, mais quelques espèces n'en ont que trois, savoir celles placées devant les divisions externes (sépales) du périanthe, où elles répondent, comme dans les Hæmodoracées isostémones, au verticille premier-né; seulement, dans celles-ci, l'évolution de l'androcée étant centrifuge, ce verticille est opposé aux pétales. L'organogénie permet de suivre le passage des Joncs diplostémones à ceux réduits au verticille oppositisépale. En effet, tandis que les deux rangs de l'androcée se développent complétement dans les *Juncus communis, glaucus, obtusi-*

florus, *squarrosus* et *sylvaticus*, que l'un d'eux manque ordinairement (j'ai vu une fois le second rang se former, puis bientôt après disparaître dans le *Juncus pygmæus*, fait analogue à celui du *Verbena Aubletia* qui, parfois, montre l'étamine postérieure) dans les *Juncus capitatus* et *pygmæus*, ils apparaissent encore successivement dans le *Juncus supinus*, avec ce caractère qu'ici le verticille oppositipétale est le plus souvent réduit à l'état de petits appendices stériles.

» Avec un ordre d'évolution inverse, le *Juncus communis* diplostémone est donc à l'*Anigozanthus* ce qu'est le *Juncus pygmæus* isostémone à l'*Hæmodorum*.

» V. Les Amaryllidées, les Hypoxidées et les Broméliacées, familles voisines des Iridées, ont deux verticilles d'étamines apparues dans l'ordre centripète; les Iridées n'ont jamais que trois étamines placées (comme celles des Joncs isostémones) devant les sépales et répondant au verticille premier-né des Hypoxidées et des Amaryllidées. Ne sont-elles pas à celles-ci comme l'*Hæmodorum* à l'*Anigozanthus* ou au *Wachendorfia*, le *Juncus pygmæus* au *Juncus glaucus*, l'*Azalea* au *Rhododendrum*, l'*Isnardia* à l'*Epilobium*, le *Diosma* au *Fraxinella*; ou mieux à l'*Adenandra* aux cinq courtes et stériles étamines du verticille dernier-né? La réponse affirmative est d'autant plus indiquée que souvent l'*Hypoxis* de nos jardins a, comme le *Juncus supinus*, les trois étamines oppositipétales et dernières-nées dégénérées en staminodes.

» VI. On voit, par ce qui précède, que l'organogénie comparée de l'androcée confirme, dans leur ensemble, par un caractère très-spécial, les affinités des familles de la classe des Crucifèrinées; qu'elle rapproche les Commélynées et les Dioscorées, jette comme un pont entre celles-ci et le *Smilax*, qui pourrait même leur être réuni comme tribu à ovaire supère, au même titre que, dans les Broméliacées, les Tillandsiées sont placées à côté des vraies Broméliées; qu'elle rattache intimement aux Hæmodoracées à six étamines celles de ces plantes qui n'en ont que trois, ainsi que les Burmanniacées; qu'elle unit mieux encore, par le *Juncus supinus* à deuxième verticille plus ou moins avorté, les *Juncus* diplostémones aux espèces isostémones; enfin qu'elle fait des Iridées (en négligeant leurs anthères extrorses) des Hypoxidées dont l'évolution de l'androcée s'est arrêtée après la production du premier verticille.

» L'organogénie indique d'ailleurs, par la formation centrifuge de l'androcée qui leur est commune, une sorte d'alliance entre le *Smilax*, les Dioscorées et les Burmanniacées, pris aux Lirioïdées, les Commélynées em-

pruntées aux Joncacées, les Hæmodoracées détachées des Broméliοïdées et déjà si voisines des Burmanniacées, comme les Dioscorées le sont du *Smilax*. »

ACOUSTIQUE. — *Sur la transformation du vibroscope en tonomètre et sur son emploi pour la détermination du nombre absolu des vibrations.* Note de M. A. Terquem.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin.)

« Par l'étude optique des vibrations et la construction du vibroscope, M. Lissajous a doté l'acoustique de moyens d'investigation bien plus exacts que ceux qui ne sont fondés que sur l'audition; toutefois cette méthode optique ne paraît pas avoir été commodément employée jusqu'à présent pour la détermination du nombre absolu des vibrations. J'ai pensé qu'on pourrait l'utiliser dans ce but, et, avec son aide, construire un tonomètre plus facilement que par le procédé imaginé par Scheibler; ce nouveau tonomètre, au moins aussi exact, serait bien moins coûteux; enfin il pourrait être employé pour donner à la simple lecture le nombre de vibrations d'un corps sonore quelconque, et cela dans une étendue très-grande de l'échelle musicale.

» J'ai fait faire par M. König quatre diapasons munis de curseurs et portant à l'extrémité d'une de leurs branches, comme le diapason du vibroscope, une petite lentille biconvexe servant d'objectif; ces diapasons peuvent être fixés successivement sur le même support, sur lequel se trouve placé un oculaire. En déplaçant les curseurs, on peut obtenir tous les sons compris entre ut_2 (128 vibrations doubles) et ut_3; de plus, quelques sons se trouvent être communs aux deux diapasons qui se suivent immédiatement. Ces diapasons ont été divisés par M. König, d'après son tonomètre, de telle sorte qu'en déplaçant les curseurs de l'espace qui sépare deux traits, le son varie de deux vibrations doubles; mais je ne considère cette division que comme une division complétement arbitraire, qui pourrait être remplacée par toute autre faite à l'aide d'une machine à diviser. Je donnerai à ces diapasons le nom d'*étalons*.

» J'ai, d'un autre côté, d'autres diapasons non gradués, mais munis également de curseurs et allant de ut_2 à ut_3. Deux suffisent, parce que l'on peut y adapter des curseurs de rechange. Je donnerai à ces diapasons le nom d'*auxiliaires*.

» Le premier diapason étalon et le premier diapason auxiliaire sont fixés

l'un devant l'autre, sur des supports convenables, dans un même plan horizontal et à angle droit; en outre les vibrations du diapason étalon servant de vibroscope se faisant, comme d'habitude, dans un plan vertical, celles du diapason auxiliaire se font dans un plan horizontal.

» Pour apercevoir facilement les courbes résultant de la coexistence des deux mouvements vibratoires à angle droit, sur la section terminale d'une des branches du diapason auxiliaire, on a fixé, avec de la gomme, quelques parcelles d'antimoine réduit en poudre très-fine. Les facettes de cette poudre cristalline, éclairées obliquement à l'aide d'une lampe et de lentilles, forment des points lumineux d'un grand éclat et d'une finesse extrême. Après avoir fixé le curseur de l'étalon sur le premier trait de la division, on met exactement le diapason auxiliaire à l'unisson du premier, en déplaçant les curseurs, et, à la fin, en mettant sur ceux-ci de petits morceaux de cire : on se guide, dans cette opération, évidemment sur les transformations de la courbe elliptique due à la coexistence des vibrations, et l'on s'arrête quand celle-ci décroît peu à peu et très-lentement, sans changer de forme.

» Cela fait, on déplace le curseur du diapason étalon de manière à obtenir environ un battement par seconde, et l'on détermine la durée exacte, à l'aide d'un compteur à pointage, de 50 battements au moins, en observant les oscillations de la courbe elliptique. Si l'on se trouve dans de bonnes conditions, la durée totale de 50 battements varie à peine d'une demi-seconde dans plusieurs déterminations successives, ce qui donne une approximation de $\frac{1}{100}$ de seconde pour un battement, et permet, par conséquent, de déterminer le nombre des vibrations à moins de 0,01. On déplace alors le curseur du diapason auxiliaire jusqu'à ce que l'unisson soit rétabli, ce que l'on constate par la fixité de la courbe produite. On met ensuite le curseur du diapason étalon sur le deuxième trait de la division, et l'on détermine de nouveau la durée des battements produits.

» On continue de la même manière, en déplaçant successivement les curseurs des deux diapasons, jusqu'à ce que l'on arrive à un son assez éloigné de ut_2, tel que mi_2, pouvant donner, avec le son ut_2, une courbe acoustique assez simple (4 : 5). Quand le diapason auxiliaire a été ainsi mis, par arrêts successifs, à l'unisson du son mi_2, on ramène le curseur du premier diapason étalon au premier trait, et l'on vérifie si le son mi_2 est parfaitement juste ; on détermine la différence, s'il y a lieu, par la durée des oscillations de la courbe acoustique. La somme totale des nombres, par seconde, des battements (inverses de leur durée) qu'on a observés

par le déplacement successif des curseurs, donne la différence des nombres de vibrations des sons ut_2 et mi_2, dont on a le rapport, ce qui est conforme au principe donné par Scheibler, pour la construction du tonomètre, et permet de calculer le nombre absolu des vibrations de ut_2.

» On continue de la même manière jusqu'à ce qu'on arrive à ut_3; chemin faisant, on rencontre de nombreux points de repère et de vérifications dans les intervalles simples tels que la quarte, la quinte, la sixte, etc. Enfin l'on connaît de cette façon le nombre absolu de vibrations correspondant à chaque trait de la division du diapason étalon.

» La seule difficulté pratique que j'aie rencontrée, et que je crois être sur le point de surmonter, c'est dans le mode de fixage des curseurs sur les diapasons; il faut, en effet, qu'ils s'y trouvent fixés d'une manière tout à fait invariable, de telle sorte que le son n'éprouve aucune variation de hauteur, quand le diapason est mis en vibration, ce qui n'arrive pas toujours, quoique les différences observées soient très-faibles; en second lieu, il faut que l'on puisse remettre mathématiquement les curseurs dans la même position.

» J'ai déjà vérifié un certain nombre des divisions tracées par M. König, sur mes diapasons, d'après son tonomètre, et je n'ai trouvé que des différences qui ne s'élèvent pas à plus de quelques centièmes de vibration par seconde, ce qui montre le degré de confiance que l'on peut attribuer aux déterminations faites d'après le tonomètre qu'il a construit.

» Par cette méthode, on pourra donc plus facilement que par l'ancien procédé, mais non cependant sans une attention soutenue et de nombreuses déterminations, diviser l'intervalle de ut_2 à ut_3 en sons différant l'un de l'autre de deux vibrations et même d'une seule, si on le désire; tout au moins, le même procédé permettra, par l'emploi des diapasons auxiliaires à curseurs, de vérifier l'exactitude des divisions des diapasons étalons montés sous forme de vibroscope, et de dresser une table de corrections, si ces divisions ne sont pas parfaitement exactes.

» Le vibroscope tonomètre une fois construit et vérifié, pour déterminer la hauteur d'un son quelconque, il suffira de placer un des diapasons qui en fait partie à côté du corps vibrant, de telle sorte que les vibrations soient perpendiculaires les unes aux autres; on fixera sur ce dernier corps, qui sera une verge, une plaque, une corde, etc., même la membrane du phonotoscope, quelques parcelles de poudre d'antimoine, puis on déplacera les curseurs jusqu'à ce qu'on obtienne une courbe acoustique de forme bien reconnaissable, telle que celle qui serait due à des vibrations dans le rap-

port de 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5,...; si le son étudié est plus élevé ou plus grave que ceux que renferme l'intervalle de ut_2 à ut_3, il n'est pas même nécessaire d'obtenir la fixité absolue de la courbe. En déterminant, en effet, la durée de la période de retour de la même figure, on peut connaître la différence du nombre de vibrations du son à celui qu'il devrait avoir pour que cette fixité existât.

» Avec ce tonomètre, je me propose de reprendre, avec plus d'exactitude qu'on n'a pu le faire jusqu'à présent, l'étude des vibrations des corps rigides, particulièrement des plaques, afin d'arriver, s'il est possible, à élucider la question, encore si controversée, de la propagation du son dans les corps qui présentent au moins deux dimensions du même ordre de grandeur. »

PHYSIQUE. — *Pyromètre acoustique;* par M. J. CHAUTARD.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin.)

« M. Mayer a donné, il y a quelque temps (1), la description d'un pyromètre acoustique, fondé sur la variation de longueur de l'onde sonore dans l'air, lorsque la température vient à changer. Cette modification est constatée à l'aide d'un appareil à flammes manométriques, que l'auteur nomme *micromètre*, disposé de manière à pouvoir mesurer le déplacement angulaire de deux portions de flammes voisines, pour un intervalle quelconque de température. Cette méthode est d'une application difficile, surtout lorsqu'il s'agit de réaliser les expériences dans un cours; je l'ai modifiée de façon à la rendre plus commode et plus simple dans son emploi.

» Voici ma manière d'opérer :

» Le son est produit à l'aide d'un diapason, ut_4, je suppose, monté en regard d'un résonnateur que l'on met en relation avec les deux branches de l'appareil à interférences, imaginé par Quincke et perfectionné par Kœnig. A la branche mobile de cet appareil, fait suite un long tube de cuivre, plongé dans l'enceinte dont il s'agit d'évaluer la température. Ce tube revient sur lui-même et communique avec une petite capsule manométrique; la branche fixe de l'appareil de Quincke se termine par une seconde capsule, laquelle, ainsi que la première, est en rapport avec le même brûleur. Cette disposition se complète par un miroir tournant, qui permet de juger de l'état de la flamme.

» Cela étant, si les tubes qui séparent le résonnateur des capsules ren-

(1) *American Journal*, 3e série, t. IV, page 425, et *Journ. de Phys.*, t. II, page 227.

ferment chacun un nombre pair de demi-longueurs d'ondes, la flamme sera dentelée; dans le cas contraire, les dentelures diminueront, et cela d'autant plus, que la différence de longueur de ces tubes sera plus près de devenir égale à un nombre impair de demi-longueurs d'ondulations. Lorsque ce cas se présente, on sait que la flamme prend, dans le miroir, l'aspect d'un ruban uniforme. C'est précisément ce qui se réalise si l'état calorifique de l'air du tuyau plongé dans l'enceinte est modifié. La température est-elle plus élevée, la longueur d'onde augmente, et il en résulte une interférence nettement accusée par la flamme dans le miroir. Si, pendant que ce phénomène se produit, on allonge graduellement le tube mobile de l'appareil de Quincke, il sera facile de remettre les choses dans leur état primitif, c'est-à-dire de faire reparaître les dentelures; puis, à l'aide d'une graduation préalablement et empiriquement traduite en degrés thermométriques, on pourra lire la température à laquelle le tube additionnel aura été exposé.

» Mon procédé est ni plus ni moins sensible que celui de M. Mayer; comme ce physicien, je ne crois pas la méthode en question susceptible de nombreuses applications; si je me permets de la signaler, c'est plutôt à titre de curiosité scientifique et de disposition facilement réalisable; mais il est bon de prévenir les personnes qui voudraient l'expérimenter contre un degré de précision qu'on serait tenté peut-être de lui attribuer. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Du chloral et de sa combinaison avec les matières albuminoïdes*. Note de M. **J. Personne**, présentée par M. Bussy.

(Commissaires : MM. Dumas, Cl. Bernard, Bussy.)

« Dans un travail sur le chloral, présenté à l'Académie en 1869, j'ai cherché à démontrer, par expérience, que la transformation du chloral en chloroforme au sein de l'économie, ainsi que l'avait formulée M. Liebreich, est bien réelle, contrairement à l'opinion de quelques médecins français. Cette opinion ayant été reproduite de nouveau dans diverses publications, j'ai pensé qu'il était de mon devoir de reprendre mes expériences et même d'en instituer de nouvelles, pour apporter de nouvelles preuves en faveur de la théorie que je soutiens, et justifier ainsi la récompense que l'Académie a décernée à mon travail.

» Mes savants contradicteurs prétendent qu'il est impossible que le sang puisse avoir une alcalinité assez grande pour transformer le chloral en chloroforme; car, disent-ils, on ne peut effectuer cette transformation

avec les bicarbonates alcalins, l'eau de Vichy, par exemple. Les expériences auxquelles je me suis livré prouvent que cette assertion n'est pas fondée. Le résultat de ces expériences, confirmatif des premières, est le suivant : outre les alcalis forts, tous les alcalis faibles, la magnésie, les sels alcalins comme les bicarbonates de potasse et de soude, auxquels j'ajouterai le borate de soude et le phosphate de soude des pharmacies, tous les liquides alcalins animaux, comme le sang et le blanc d'œuf, tous ces agents transforment le chloral en chloroforme, quand le mélange est porté à une température de + 40 degrés.

» Pour expliquer la différence d'action physiologique qui existe réellement entre le chloral et le chloroforme (1), on a fait aussi intervenir un autre produit du dédoublement du chloral, l'acide formique, et l'on a admis que cet acide, brûlé au sein de l'économie, fournit de l'acide carbonique dont l'action hypnotique vient s'ajouter à celle du chloroforme. On sait, en effet, que le dédoublement du chloral hydraté donne, pour 100, 72,20 de chloroforme et 27,80 d'acide formique, d'après l'égalité suivante : $C^4HCl^3O^2, H^2O^2 = C^2HCl^3 + C^2H^2O^4$; de plus, une partie plus ou moins considérable du chloroforme peut se détruire, en donnant également naissance à de l'acide formique et à du chlorure de sodium, selon l'égalité bien connue : $C^2HCl^3 + 4NaO = C^2HNaO^4 + 3NaCl$. Tout cet acide formique produit est bien loin d'être brûlé; une portion est certainement éliminée par les urines, car celles-ci possèdent la propriété de réduire la liqueur cupropotassique, quoique privées de glucose.

» Mais en admettant que la totalité de l'acide formique, produit par la destruction complète du chloral, soit transformée en acide carbonique, doit-on en conclure que l'action de cet acide carbonique s'ajoute à celle du chloroforme? Je ne le pense pas, pour les raisons suivantes : 100 grammes d'hydrate de chloral produisent, par une décomposition complète, 56 grammes d'acide formique; par conséquent 5gr,6 est le poids de cet acide, qui sera fourni par 10 grammes d'hydrate de chloral, quantité qu'on ne peut pas toujours administrer à un chien de taille moyenne. Eh bien, j'ai fait prendre à des chiens le formiate de soude sec jusqu'à la dose de 10 grammes, quantité représentant 5,83 d'acide formique, sans avoir observé le moindre phénomène anesthésique ; cependant ce sel a toujours été complétement absorbé, car il n'a jamais produit d'effet purgatif.

» Dans le cours de mes expériences, il m'a été permis de faire une ob-

(1) L'action du chloral est d'une plus longue durée que celle du chloroforme.

servation intéressante et qui doit, selon moi, éclairer assez complétement l'action physiologique du chloral. Voici cette observation :

» Le sang frais, additionné d'hydrate de chloral et maintenu à la température ordinaire, se coagule complétement, conserve sa couleur rouge et reste sans altération (1). Un morceau de muscle étant plongé dans une dissolution d'hydrate de chloral à $\frac{1}{10}$, sa couleur pâlit un peu; il en exsude un liquide rougeâtre qui dépose bientôt un sédiment briqueté. Après quelques heures d'immersion, le muscle, abandonné à la température de + 15 à 20 degrés, ne se putréfie plus; il se dessèche rapidement, prend une teinte plus vive et devient assez friable pour être pulvérisé. La matière sèche renferme du chloral; elle fournit du chloroforme par les alcalis. Le dosage du chlore, opéré sur un échantillon séché à + 100 degrés, a donné 8,30 - 8,38 pour 100 de chlore, ce qui correspond à 11,50 pour 100 de chloral.

» L'albumine se combine aussi au chloral; c'est à cette matière que je me suis adressé, dans l'espoir d'obtenir un composé défini, mais je n'ai pu encore bien déterminer les conditions précises pour obtenir un composé de cette nature; je me bornerai à dire que cette combinaison se dissout dans un excès d'albumine, ainsi que dans un excès de solution de chloral, à la manière du composé d'albumine et de bichlorure de mercure. Une seule fois j'ai pu obtenir un produit qui, séché d'abord, pendant huit jours, à 40 ou 45 degrés, puis pulvérisé et desséché à 100 degrés, a fourni à l'analyse 12,56 pour 100 de chlore, ce qui représente 17,23 pour 100 de chloral. Cette quantité de chloral fait présumer qu'il s'agit ici d'un composé défini. En effet, si l'on admet la formule de l'albumine donnée par Lieberkühn, $C^{144}H^{114}Az^{18}O^{22}S$, on a

$$C^{144}H^{114}Az^{18}O^{22}S + 2(C^4HCl^3O^2, H^2O^2) - 2HO,$$

qui donne 12,65 de chlore correspondant à 17,36 pour 100 de chloral.

» On admet généralement aujourd'hui que les matières albuminoïdes sont des amides; or les aldéhydes étant susceptibles de se combiner avec ces corps, il n'est pas déraisonnable de penser que le chloral, qui n'est que de l'aldéhyde trichlorée, puisse former avec eux des composés analogues.

» Quoique mes expériences sur ce sujet ne soient pas encore terminées, j'ai cru devoir communiquer les premiers résultats, car ils peuvent, comme

(1) J'en conserve ainsi, dans deux ballons ouverts, depuis le commencement de juin 1873.

je l'ai dit plus haut, jeter un nouveau jour sur l'action physiologique du chloral. En effet, si l'action du chloral est bien due au chloroforme qu'il fournit au sein de l'économie, il est bien certain cependant que cette action diffère de celle du chloroforme par une durée beaucoup plus longue.

» La combinaison du chloral avec les matières albuminoïdes fait pressentir cette plus longue durée d'action. Voici comment elle peut être expliquée :

» La première action de l'hydrate de chloral sur les matières albuminoïdes qu'il rencontre dans l'économie produit du chloroforme aux dépens de l'alcali de ces matières albuminoïdes; en même temps ces matières, appauvries ou privées d'alcali, contractent une combinaison avec le chloral non détruit, et cette combinaison forme en quelque sorte un réservoir de chloroforme, qui ne le cède que successivement, à mesure que la circulation vient détruire la combinaison formée. Elle explique bien pourquoi on ne rencontre qu'une très-petite quantité de chloroforme dans le sang des animaux soumis à l'action du chloral; elle vient enfin justifier l'emploi du chloral dans le pansement des plaies, comme modificateur puissant des tissus.

» J'ajouterai, en terminant, que le chloral peut être avantageusement employé pour la conservation des matières animales les plus altérables. Je conserve, depuis plus d'un mois, un cervelet placé dans une solution à $\frac{1}{10}$ d'hydrate de chloral; il n'a pas éprouvé la moindre altération, il a pris seulement un peu plus de fermeté, sans toutefois devenir dur. Un cobaye, injecté dans les plus mauvaises conditions, trois jours après la mort, est conservé, depuis deux mois, à la température de 15 à 20 degrés, sans présenter le moindre signe d'altération putride; il se dessèche, devient dur, et tout fait présumer que sa conservation sera des plus longues. En additionnant la solution de chloral avec de la glycérine, on peut obtenir des produits imputrescibles conservant une certaine mollesse, ce qui pourra permettre de conserver, dans des conditions favorables, nombre de préparations anatomiques. »

CHIMIE. — *Sur un papier réactif de l'urée*. Note de M. **Musculus**, présentée par M. Boussingault.

(Commissaires : MM. Boussingault, Pasteur.)

« La rapide transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque est due, comme on sait, à l'action d'un ferment particulier qui prend nais-

sance dans l'urine en putréfaction. D'après MM. Pasteur et van Tieghem, ce ferment serait constitué par une torulacée, que l'on trouve surtout au fond du vase à l'état de petits globules sphériques, de $0^{mm},0015$ de diamètre, sans granulations ni paroi reconnaissables, et qui paraissent s'accroître par bourgeonnement.

» J'ai essayé de recueillir ces globules et de les sécher à une douce chaleur, dans l'espoir de les conserver dans cet état et de les faire revivre en les remettant au contact de l'eau. L'expérience a parfaitement réussi.

» De l'urine, arrivée en pleine fermentation alcaline, est jetée sur un filtre. Le liquide passe d'abord rapidement, mais bientôt les globules de ferment entrent dans les pores du papier et les obstruent. La filtration se ralentit notablement, sans cependant cesser tout à fait. On lave le filtre à l'eau distillée, jusqu'à disparition complète de réaction alcaline; puis on le sèche à une température de 35 à 40 degrés.

» Le papier ainsi obtenu constitue un réactif très-sensible de l'urée. Il suffit, en effet, de le tremper dans une solution même très-étendue de ce corps pour que, au bout de dix à quinze minutes, la liqueur se charge de carbonate d'ammoniaque, dont la présence est facile à constater.

» Je ne connais pas encore la durée de conservation de ce papier; mais, après un mois, il n'avait encore rien perdu de son activité. A l'examen microscopique, on y trouva de nombreux globules, ainsi que des monades semblables à des points qui se mettent en mouvement dès qu'ils arrivent au contact de l'eau.

» La manière la plus commode de se servir de ce papier consiste à le colorer avec du curcuma. On le sèche de nouveau et on le conserve dans un flacon bouché à l'abri de l'humidité. Si l'on en trempe un morceau dans une solution d'urée au millième ou au dix-millième, on voit apparaître, après quelques minutes, des taches brunes qui s'étendent de plus en plus, et finissent par produire une coloration d'un brun foncé, tranchant nettement sur la couleur jaune clair d'un papier au curcuma ordinaire, que l'on aura placé dans la même solution.

» Quand on veut rechercher l'urée dans un liquide, il faut d'abord le neutraliser. S'il renferme des carbonates alcalins, on devra ajouter suffisamment d'acide pour décomposer les bicarbonates qui le forment. Ces sels pourraient induire en erreur : ils ne colorent pas le papier de curcuma en brun au moment même; mais, au bout de très-peu de temps, surtout à l'air, la teinte brune se manifeste.

» Les sels alcalins neutres n'entravent nullement l'action du ferment; ils

paraissent, au contraire, l'activer. L'acide phénique n'a pas plus d'action. La fermentation marche tout aussi bien dans un liquide sursaturé d'acide phénique que s'il n'y en avait point.

» L'analyse quantitative de l'urée peut se faire également avec ce papier. Pour cela, on introduit la solution dans un flacon, avec du papier bien imprégné de ferment et un peu de teinture de tournesol ; on y ajoute de l'acide sulfurique étendu, de manière à produire la teinte rouge pelure d'oignon ; on bouche le flacon et on l'abandonne à une température de 25 à 30 degrés pendant cinq à six heures. Ce temps est, ordinairement, suffisant pour achever la fermentation. On dose alors l'ammoniaque formée, avec une liqueur acide titrée; on ajoute de l'acide jusqu'à ce qu'on ait ramené la teinte rouge primitive. Quelquefois la couleur bleue du tournesol reparaît au bout de quelque temps : cela arrive quand le papier employé n'était pas assez riche en ferment; l'opération n'est pas perdue pour cela, car il suffit de remettre de la solution titrée, jusqu'à ce que la teinte ne change plus.

» Le meilleur papier est celui que l'on obtient en filtrant le dépôt blanc de l'urine. Après dessiccation, on enlève facilement la majeure partie des sels insolubles (urates, phosphates, etc.) qui se trouvent sur le filtre. Leur présence, du reste, ne gêne pas l'opération.

» Les matières albuminoïdes ne sont pas altérées par le ferment : au moins ne produisent-elles pas de réaction alcaline dans le court espace de temps où l'urée est transformée en carbonate d'ammoniaque. L'acide urique n'est pas attaqué non plus, puisqu'on le retrouve à l'état d'urate d'ammoniaque et d'urate de soude dans l'urine putréfiée. Il en est de même, probablement, d'autres corps à constitution analogue, comme la xanthine, la sarcine, etc. L'étude de l'action du ferment sur les différentes substances qui peuvent se trouver mêlées à l'urée dans les liquides de l'économie animale fera l'objet d'une Communication ultérieure.

» La recherche et le dosage de très-petites quantités d'urée dans les eaux de puits que l'on soupçonne être infectées par des infiltrations de fosses d'aisances se font aisément avec ce papier. Si l'on n'obtient pas de réaction avec l'eau telle qu'elle, on en évapore un ou plusieurs litres à un petit volume. L'urée n'éprouve qu'une altération insignifiante par cette opération. On opère alors comme il a été dit ci-dessus. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Étude sur la formation de la gomme dans les arbres fruitiers.* Mémoire de M. **Ed. Prillieux**, présenté par M. Decaisne. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Duchartre, Trécul.)

« M. Trécul est le premier, à ma connaissance, qui ait fait de la production de la gomme dans les arbres fruitiers une étude spéciale, par l'examen anatomique des tissus où apparaît la gomme. Depuis le premier Mémoire qu'il présenta à l'Académie en 1860, plusieurs travaux très-considérables furent publiés, en Allemagne, sur la production de la gomme, d'abord par M. Wigand, puis par M. Franck et, assez récemment enfin, par M. Sorouer. Un second et très-important travail fut communiqué par M. Trécul à la Société philomathique, en 1862, et publié dans le journal l'*Institut :* il paraît être demeuré complétement inconnu en Allemagne, et aucun des auteurs qui, depuis, ont traité ce sujet n'en a tenu compte.

» I. *Production de la gomme dans les vaisseaux.* — Dans le bois d'un arbre malade de la gomme, on voit toujours un grand nombre de vaisseaux plus ou moins complétement remplis de gomme : tantôt ils en sont entièrement comblés sur une certaine longueur, tantôt la gomme n'y forme qu'un revêtement plus ou moins épais, soit sur toute la périphérie, soit seulement sur un des côtés. Dans tous ces cas, les observateurs les plus récents ont admis que la masse de gomme est due à la désorganisation et à la transformation de la partie interne de la paroi du vaisseau : l'étude attentive de l'apparition de la gomme dans les vaisseaux m'a conduit à une conviction opposée. La gomme se montre d'abord sous forme de très-fines gouttelettes; puis ces gouttelettes de gomme grossissent, se touchent par les côtés, deviennent confluentes et forment de petites masses irrégulières et sinueuses sur les bords. Ce mode d'origine de la gomme contenue dans les vaisseaux paraît inconciliable avec l'opinion professée par les observateurs allemands. L'examen de masses volumineuses de gomme, extraites des vaisseaux de l'abricotier, conduit du reste à la même conclusion : ces vaisseaux sont marqués à la fois de ponctuations aréolées et d'une ligne spirale due à un épaississement de la membrane et faisant saillie à l'intérieur; or les masses de gomme présentent, à leur surface, des sillons creux correspondant aux lignes spirales saillantes de la paroi du vaisseau et même de petites saillies répondant aux ponctuations. Il est donc bien

certain que, dans ce cas, la gomme s'est épanchée dans l'intérieur du vaisseau et qu'elle a pris l'empreinte des dessins en saillie et en creux dont sa surface interne est marquée. Cette gomme est de la nature de celle que M. Trécul désigne sous le nom de *cérasone*.

» II. *Production de la gomme dans les cellules. Transformation de la fécule en gomme.* — La gomme se montre souvent dans les rayons médullaires, et là elle offre cet intérêt particulier que son apparition est liée à la disparition de la fécule que contenaient primitivement les cellules. La transformation de la fécule en gomme a été signalée par les observateurs précédents, mais elle n'a pas été, à mon avis, exactement décrite. A la première apparition de la gomme dans la cellule, les grains de fécule sensiblement intacts se trouvent amoncelés en petites masses, autour desquelles apparaît une mince couche de gomme. On voit, du reste, en même temps de la gomme se déposer de même sur d'autres points de la cellule. Les amas de fécule englobés dans la gomme diminuent progressivement, tandis que l'épaisseur de la couche de gomme qui les entoure augmente; mais les deux substances traitées par l'iode présentent leurs propriétés spéciales bien tranchées et sans transition. La fécule finit par disparaître, en laissant le plus souvent une place vide au centre de la petite masse de gomme.

» Quand il se forme au milieu des tissus des foyers de production de gomme, on observe, dans les cellules qui les avoisinent, une assez grande quantité de fécule qui se résorbe en se transformant de même en gomme; seulement, d'ordinaire, dans ce cas la gomme ne se dépose pas sous forme solide dans les cellules; à mesure qu'elle se produit, elle passe dans les grands réservoirs voisins, où elle s'amasse en quantité considérable.

» III. *Production de la gomme dans les lacunes.* — Ce n'est ni dans les vaisseaux ni dans les cellules, mais bien dans des lacunes formées au milieu des jeunes tissus, que s'accumule la gomme que l'on voit souvent produire des amas si volumineux. On observe de telles lacunes, servant de réservoirs à la gomme, le plus souvent entre le bois et l'écorce dans la zone cambiale; mais on en voit souvent aussi à différentes profondeurs dans le bois, où elles sont disposées en rangées concentriques dans les couches annuelles successives. Elles se forment au milieu de la couche génératrice et y occupent l'intervalle entre les rayons médullaires. Quand elles ne prennent pas un trop grand développement, il peut s'organiser au-dessus d'elles une nouvelle couche ligneuse, et la croissance du bois n'est pas notablement altérée; sinon, l'accroissement cesse sur ce point, un écoulement de gomme se produit, le tissu ligneux se nécrose et ne peut plus être recouvert que par des

bourrelets des parties latérales où la couche génératrice n'est pas détruite.

» Les tissus qui avoisinent les lacunes éprouvent dans leur développement une modification très-importante : le cambium, au lieu de s'organiser en fibres ligneuses dans ces places, produit des cellules dans lesquelles se dépose en abondance de la fécule. Il se forme donc ainsi, dans chaque point où va se développer un foyer de gomme, un tissu particulier (parenchyme ligneux) qui n'existe pas dans les tiges saines et dont l'apparition est si intimement liée à la formation morbide de la gomme, qu'on doit le considérer comme un tissu pathologique. La fécule, qui s'accumule dans ce parenchyme ligneux spécial, est utilisée, comme celle des rayons médullaires, pour la formation de la gomme qui s'amasse en grande quantité dans la lacune.

» Les lacunes à gomme grandissent aux dépens du tissu voisin, dont les éléments se dissocient et se désorganisent. Néanmoins les cellules qui bordent les lacunes manifestent souvent une activité vitale extrême et donnent maissance à de véritables formations pathologiques; elles se développent et se ramifient à l'intérieur de la lacune et s'y multiplient, même quand elles sont séparées du reste du tissu et absolument isolées au milieu de la gomme. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les glandes du* Rosa rubiginosa *et sur leur contenu;* par M. R. **Guérin**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Brongniart, Fremy et Berthelot.)

« Ces recherches ont porté à la fois sur les glandes qui terminent les brins de chevelu des galles mousseuses, ou Bédéguars, du *Rosa rubiginosa* et sur celles qui sont normalement répandues sur tout le végétal et particulièrement sur toute la face inférieure des feuilles. Après avoir relevé diverses inexactitudes de la part des auteurs qui se sont occupés de la description anatomique de ces organes et de leur position sur la plante, l'auteur indique les différentes formes de leurs évolutions, la marche de leur coloration et les changements survenus dans le contenu des cellules par rapport à l'âge des différentes parties de la feuille et des stipules; il décrit le mécanisme de l'émission au dehors, des produits de sécrétion, par suite de la rupture d'une ou de plusieurs parois cellulaires de l'épiderme; ensuite il passe à l'étude du liquide sécrété.

» Cette substance se présente sous forme d'un corps semi-fluide, d'aspect oléagineux, d'un jaune clair, offrant l'odeur caractéristique du végétal, odeur dite de *pomme de reinette,* lorsqu'il est récemment obtenu, passant

assez rapidement au jaune rougeâtre et se solidifiant par absorption d'oxygène, fusible à une basse température. Il se dissout dans l'éther, l'alcool, le chloroforme, l'ammoniaque, et leur communique une coloration jaune urineux. Sa solution alcoolique rougit le papier de tournesol bleu, et celui-ci, exposé à l'ammoniaque, se colore en vert intense, réaction qui est constante et due peut-être à la présence d'une petite quantité d'azulène; enfin ce corps brûle avec une flamme blanche et éclairante.

» D'après l'identité des réactions, l'auteur conclut à l'identité des deux sécrétions, savoir : celle qui émane des galles chevelues et celle qui provient des autres glandes; il soumet à l'Académie plusieurs flacons contenant les produits extraits par lui de ces organes. Il termine en appelant l'attention sur ce fait, que les pucerons qui fréquentent le voisinage de ces glandes paraissent contenir dans leurs organes quelque faible quantité du liquide sécrété : lessivés à l'éther et écrasés sur une feuille de papier bleu de tournesol, ils y ont produit une tache rouge, acide, colorée en vert par son exposition aux vapeurs de la solution aqueuse d'ammoniaque. »

M. L.-É. Bertin soumet au jugement de l'Académie une Note « sur les vagues de hauteur et de vitesse variables. »

(Commissaires : MM. Dupuy de Lôme, de Saint-Venant, Resal.)

M. F.-E. Guérin-Méneville adresse quelques observations sur les moyens pratiques de combattre la maladie des vignes, caractérisée par la multiplication anormale du Phylloxera.

L'auteur fait observer que, depuis 1869, il a affirmé que le Phylloxera n'est pas la cause de la maladie de la vigne, mais l'une des conséquences de cette maladie. Il était logique, dès lors, de chercher d'abord à modifier la constitution altérée des vignes malades. Depuis cette époque, l'auteur a, en effet, conseillé à un grand nombre d'agriculteurs un traitement consistant dans l'emploi des meilleurs procédés de culture, des amendements, d'engrais appropriés, etc. Les expériences faites récemment à Montpellier lui paraissent avoir fourni des conclusions identiques à celles qu'il avait formulées lui-même.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. P. Mingaud adresse l'indication d'un procédé pour combattre le Phylloxera, consistant en un mélange de chaux et de carbonate de potasse en dissolution.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Chevineau adresse une Note relative à divers procédés employés contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. J. Quissac adresse une Note concernant le choléra asiatique, sa nature et son traitement.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Bouillard adresse la description d'un nouveau *capillarimètre* donnant immédiatement le degré alcoolique des vins ou des liquides alcooliques.

(Commissaires : MM. P. Thenard, Jamin.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine adresse une Lettre relative au matériel et aux instruments destinés à quelques-unes des stations astronomiques pour l'observation du passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. le Secrétaire perpétuel saisit cette occasion d'exprimer publiquement la reconnaissance de l'Académie pour le concours empressé que M. le Ministre de la Marine accorde aux expéditions qu'elle prépare. Si elles sont organisées et poursuivies d'une manière conforme aux intérêts de la Science et à la dignité de l'Académie, c'est à la bienveillance de M. le Ministre de la Marine que nous en sommes redevables, et, si elles étaient couronnées par le succès, c'est au dévouement des officiers éminents qui se sont empressés d'offrir leur concours pour ces missions difficiles qu'il conviendrait d'en reporter en grande partie le mérite.

M. le Directeur général des Douanes adresse un exemplaire du Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1871.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les États des crues et diminutions de la Seine observées à Paris pendant l'année 1873.

M. A.-J. Angstrom, nommé Correspondant pour la Section de Physique adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Broca prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la

place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. A. **Tissot** se met à la disposition de l'Académie pour l'observation du prochain passage de Vénus.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la correspondance :

1° L'Atlas statistique de la population de Paris, de M. *T. Loua*. (Renvoi au Concours de Statistique.)

2° La description des Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey, par feu *V. Thiollière* (2e livraison, revue et annotée par M. *P. Gervais*).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Propriétés géométriques des fractions rationnelles.* Note de M. F. **Lucas**, présentée par M. Résal.

« Considérons une fraction rationnelle irréductible

$$\frac{f(z)}{F(z)} = \lambda, \tag{1}$$

dont les deux termes sont des polynômes entiers, à coefficients réels ou imaginaires. Ces deux polynômes peuvent être du même degré ou de degrés différents; nous désignerons par p le degré commun dans le premier cas ou le plus haut degré dans le second.

» Chaque valeur réelle ou imaginaire attribuée à λ représente la coordonnée d'un *point directeur* L, auquel correspond un groupe de p points

$$M_1, M_2, \ldots, M_p,$$

qui ont respectivement pour coordonnées les racines de l'équation

$$f(z) - \lambda F(z) = 0. \tag{2}$$

De là une méthode de transformation des figures, dans laquelle les angles sont conservés, et que nous proposons d'appeler *transformation rationnelle*.

» *Transformation du cercle.* — Désignons par L' et L'' deux positions particulières du point directeur, dont les coordonnées sont λ' et λ''. En posant

$$\frac{LL'}{LL''} = \text{const.}, \tag{3}$$

nous ferons décrire au point mobile L une circonférence C, dont le centre est situé sur la droite L′L″ et qui détermine, par ses intersections avec cette droite, un segment harmonique avec le segment L′L″.

» Cette circonférence a pour transformée une courbe que nous appellerons *cyclide* et dont nous allons étudier les propriétés géométriques.

» A cet effet, posons

$$(4) \qquad f(z) - \lambda' F(z) = \varphi(z),$$

$$(5) \qquad f(z) - \lambda'' F(z) = \psi(z).$$

» L'équation

$$(6) \qquad \varphi(z) = 0$$

déterminera les coordonnées du groupe de points

$$M'_1, M'_2, \ldots, M'_p,$$

qui correspond à la position L′ du point directeur.

» L'équation

$$(7) \qquad \psi(z) = 0$$

déterminera de même les coordonnées du groupe de points

$$M''_1, M''_2, \ldots, M''_p$$

qui correspond à la position L″ du point directeur.

» On aura d'ailleurs identiquement

$$(8) \qquad \frac{\lambda - \lambda'}{\lambda - \lambda''} = \frac{\varphi(z)}{\psi(z)}.$$

» Lorsque L décrit la circonférence C, l'argument du premier membre de l'équation ci-dessus reste constant; il en est de même de l'argument du second membre, et l'on a

$$(9) \qquad \frac{MM'_1 . MM'_2 \ldots MM'_p}{MM''_1 . MM''_2 \ldots MM''_p} \text{ const.}$$

» Par conséquent : *Toute cyclide jouit de cette propriété que le produit des distances de l'un de ses points à ceux d'un groupe de p points* M′, *divisé par le produit des distances de ce même point à ceux d'un groupe de p points* M″, *donne un rapport constant, quel que soit ce point.*

» On peut aussi faire décrire au point L une circonférence, que nous désignerons par D, en posant

$$(10) \qquad \operatorname{tang} L'LL'' = \text{const.}$$

Cette circonférence passe par les deux points L′ et L″. Pour chaque position

du mobile L, la tangente de l'argument du premier membre de l'équation (8) conserve une valeur constante, en sorte que l'on a

$$(11)\qquad \operatorname{tang}(M'_1 M M''_1 + M'_2 M M''_2 + \ldots + M'_p M M''_p) = \text{const.}$$

Par conséquent : *Toute cyclide jouit de cette propriété que, si l'on considère deux groupes de p points* M' *et de p points* M'' *par lesquels elle doit passer, la tangente de la somme des angles* M'MM'' *reste constante pour tout point* M *de cette courbe.*

» *Équation cartésienne des cyclides.* — En séparant, dans le polynôme $\varphi(z)$, la partie réelle de la partie imaginaire, on peut poser

$$(12)\qquad \varphi(z) = X + Y\sqrt{-1},$$

X et Y désignant deux polynômes en x et y de degré égal ou inférieur à p.

» Posons de même

$$(13)\qquad \psi(z) = U + V\sqrt{-1}.$$

Nous aurons identiquement

$$(14)\qquad \frac{\varphi(z)}{\psi(z)} = \frac{UX + VY}{U^2 + V^2} + \sqrt{-1}\,\frac{VX - UY}{U^2 + V^2}.$$

Il en résulte que l'équation cartésienne de la cyclide Γ, qui correspond à la circonférence C, est de la forme

$$(15)\qquad \frac{X^2 + Y^2}{U^2 + V^2} = \text{const.}$$

Celle de la cyclide Δ, qui correspond à la circonférence D, est de la forme

$$(16)\qquad \frac{VX - UY}{UX + VY} = \text{const.}$$

On voit ainsi que les *cyclides sont des courbes algébriques du degré* $2p$.

» *Trajectoires orthogonales.* — En faisant varier la constante du second membre de l'équation (3), on obtient une série de circonférences C, auxquelles correspond une série de cyclides Γ. En faisant varier la constante du second membre de l'équation (10), on obtient de même une série de circonférences D, auxquelles correspond une série de cyclides Δ.

» Comme les circonférences C et D se coupent orthogonalement, il en est de même des cyclides Γ et Δ.

» *Détermination et propriétés des points doubles.* — L'équation (2)

$$f(z) - \lambda F(z) = 0$$

peut prendre une racine double, si l'on attribue à λ une valeur convena-

blement choisie. Toute racine double satisfait nécessairement à l'équation

(17) $$F(z)f'(z) - f(z)F'(z) = 0,$$

qui détermine les coordonnées de $2(p-1)$ *points doubles*

$$J_1,\ J_2,\ \ldots,\ J_{2p-2}.$$

» Chacun de ces points J fait doublement partie d'un groupe de points M, correspondant à une position déterminée I du point directeur L.

» Toute racine de l'équation (17) rend *maximum* ou *minimum* la fraction $\frac{f(z)}{F(z)}$ et, par suite, la fraction

(18) $$\frac{f(z) - \lambda' F(z)}{f(z) - \lambda'' F(z)} = \frac{\varphi(z)}{\psi(z)};$$

il en résulte que chacune des expressions

$$\frac{MM'_1,\ MM'_2,\ \ldots,\ MM'_p}{MM''_1,\ MM''_2,\ \ldots,\ MM''_p},$$

$$\text{tang}(M'_1 MM''_1 + M'_2 MM''_2 + \ldots + M'_p MM''_p),$$

devient *maximum* ou *minimum* lorsque le point M coïncide avec un point J. Les points doubles représentent, par conséquent, ce que j'ai appelé les *ombilics* des groupes M' et M'' (*Compte rendu* du 18 novembre 1872).

» Comme λ' et λ'' représentent deux valeurs arbitraires de la fraction $\frac{f(z)}{F(z)}$, on peut regarder les M' et les M'' comme deux groupes quelconques de racines de l'équation (2). Ainsi *les ombilics de deux groupes de points racines coïncident toujours avec les points doubles de la fraction rationnelle.*

» *Propriété remarquable des ombilics.* — La figure formée par deux groupes de points (M') et (M'') et leurs ombilics (J) conserve ses propriétés lorsqu'on lui fait subir une *transformation rationnelle* d'un degré quelconque.

» Soit, en effet,

(19) $$z = \frac{f_1(\zeta)}{F_1(\zeta)}$$

une fraction rationnelle au moyen de laquelle on fait correspondre q valeurs de ζ à chaque valeur de z.

» Le groupe de p points (M') se transforme en un groupe de pq points (N'), que l'on détermine en égalant à zéro le polynôme

(20) $$\varphi_1(\zeta) = [F_1(\zeta)]^p \varphi\left[\frac{f_1(\zeta)}{F_1(\zeta)}\right].$$

De même le groupe de p points (M'') se transforme en un groupe de pq

points (N''), que l'on détermine en égalant à zéro le polynôme

$$\psi_1(\zeta) = [F_1(\zeta)]^p \psi\left[\frac{f_1(\zeta)}{F_1(\zeta)}\right]. \tag{21}$$

Divisant membre à membre les équations (20) et (21), en tenant compte de la formule (19), on trouve

$$\frac{\varphi_1(\zeta)}{\psi_1(\zeta)} = \frac{\varphi(z)}{\psi(z)}. \tag{22}$$

Si une valeur de z rend le second membre *maximum* ou *minimum*, chacune des q valeurs correspondantes de ζ rend également le premier membre *maximum* ou *minimum;* par conséquent chaque ombilic des groupes (M') et (M'') se transforme en q ombilics des groupes (N') et (N''). »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Théorèmes d'Analyse indéterminée.* Note du P. **Pepin**, présentée par M. Hermite.

« Les cas où l'équation indéterminée $aX^4 + bY^4 = Z^2$ n'admet pas de solution rationnelle sont fort nombreux, même quand l'équation $ax^2 + by^2 = z^2$ est résoluble en nombres entiers. Néanmoins on ne connaît encore qu'un petit nombre de théorèmes sur ce sujet. Fermat a démontré que la somme ou la différence de deux bicarrés n'est jamais un carré; Euler ajoute l'impossibilité d'obtenir un carré en ajoutant un bicarré au double d'un bicarré. On peut encore obtenir quelques théorèmes analogues par la méthode de Fermat, quand $a = 1$; mais si les deux coefficients a et b sont inégaux et différents de l'unité, il faut recourir à d'autres moyens pour reconnaître l'impossibilité de l'équation proposée. Pour cette raison, comme aussi à cause de leur généralité, les théorèmes que je propose pourront intéresser les géomètres qui se sont occupés d'Analyse indéterminée.

» I. Si l'on désigne par p un nombre premier égal à la somme de deux carrés, dont l'un, le carré impair, soit multiple de 9, l'équation

$$px^4 - 36y^4 = z^2$$

n'admet pas de solution rationnelle. Ainsi, par exemple, les équations

$$73x^4 - 36y^4 = z^2, \quad 97x^4 - 36y^4 = z^2, \quad 109x^4 - 36y^4 = z^2,$$
$$181x^4 - 36y^4 = z^2, \quad 229x^4 - 36y^4 = z^2, \quad 241x^4 - 36y^4 = z^2, \ldots$$

sont toutes impossibles en nombres entiers.

» II. Si p désigne un nombre premier de la forme $9m^2 + 10n^2$, tel que 19, 91, 241, 499, 571, 649,..., l'équation

$$px^4 - 90y^4 = z^2$$

ne peut être vérifiée par aucun système de valeurs rationnelles des indéterminées x, y, z.

» III. On ne peut résoudre en nombres entiers aucune des équations

$$61x^4 - 117y^4 = z^2, \quad 157x^4 - 117y^4 = z^2,$$
$$277x^4 - 117y^4 = z^2, \quad 337x^4 - 117y^4 = z^2,$$
$$433x^4 - 117y^4 = z^2, \quad 473x^4 - 117y^4 = z^2, \ldots,$$

comprises dans la formule générale

$$px^4 - 117y^4 = z^2,$$

où p désigne l'un quelconque des nombres premiers de la forme $9m^2 + 13n^2$.

» IV. Il est impossible de résoudre en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 333y^4 = z^2,$$

dans laquelle p désigne l'un quelconque des nombres premiers 73, 157, 181, 229,..., représentés par la forme quadratique $9m^2 + 37n^2$.

» V. Aucune des équations comprises dans la formule

$$px^4 - 198y^4 = z^2$$

n'est résoluble en nombres entiers, quand p désigne un nombre premier de la forme $9m^2 + 22n^2$, tel que 31, 97, 103, 313, 433, 577,....

» VI. Il est impossible de résoudre en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 360y^4 = z^2,$$

dans laquelle p désigne un nombre premier compris dans la formule $9m^2 + 40n^2$, tel que 241, 601, 769,....

» VII. On ne peut non plus vérifier en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 522y^4 = z^2,$$

où p désigne un nombre premier compris dans la formule $9m^2 + 58n^2$, tel que 67, 139, 241, 283,....

» VIII. Si p est un nombre premier de la forme $9m^2 + 88n^2$, tel que 97, 313, 361,..., l'équation

$$px^4 - 792y^4 = z^2$$

n'admet aucune solution en nombres entiers.

» IX. Il en est de même pour l'équation

$$px^4 - 65y^4 = z^2$$

quand p désigne l'un des nombres premiers 29, 61, 181, 229, 361, 569,..., représentés par la forme quadratique $10m^2 + 10mn + 9n^2$.

» X. Si p désigne l'un des nombres premiers 13, 193, 349, 361, 409,..., renfermés dans la formule $6m^2 + 6mn + 13n^2$, il est impossible de résoudre en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 69y^4 = z^2.$$

» XI. Il est également impossible de vérifier en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 141y^4 = z^2$$

quand p est l'un des nombres premiers 37, 61, 97, 277, 361, 457,..., représentés par la forme quadratique $6m^2 + 6mn + 25n^2$.

» XII. De même, quand p désigne l'un des nombres premiers 71, 109, 157, 217, 577, 601,..., représentés par la forme $6m^2 + 6mn + 37n^2$, l'équation

$$px^4 - 213y^4 = z^2$$

est impossible en nombres entiers.

» XIII. On trouve la même impossibilité pour l'équation

$$px^4 - 217y^4 = z^2$$

quand p désigne un nombre premier de la forme $2m^2 + 2mn + 109n^2$, tel que 109, 139, 179, 199, 241,....

» XIV. Soit p l'un des nombres premiers 51, 71, 251, 439, 499,..., représentés par la formule $10m^2 + 10mn + 51n^2$; l'équation

$$px^4 - 265y^4 = z^2$$

est impossible en nombres entiers.

» Pour abréger les énoncés des théorèmes suivants, nous les réunirons dans un théorème plus général.

» XV. L'équation

$$px^4 - qy^4 = z^2,$$

où p désigne toujours un nombre premier, est impossible en nombres entiers dans l'un quelconque des cas suivants :

» 1° Si $q = 265$ et que p soit compris dans la formule $10m^2 + 10mn + 29n^2$, comme cela a lieu pour les valeurs $p = 29, 89, 149, 229, 241,\ldots$;

» 2° $q = 301$ et $p = 14m^2 + 14mn + 25n^2 = 29, 89, 149, 241, 229,\ldots$;

» 3° $q = 465$ et $p = 10m^2 + 10mn + 49n^2 = 109, 349, 421, 541,\ldots$;

» 4° $q = 553$ et $p = 2m^2 + 2mn + 277n^2 = 277, 283, 307, 349,\ldots$;

» 5° $q = 561$ et $p = 34m^2 + 34mn + 25n^2 = 157, 229, 433, 461,\ldots$;

» 6° $q = 609$ et $p = 42m^2 + 42mn + 25n^2$;

» 7° $q = 645$ et $p = 6m^2 + 6mn + 109n^2 = 109, 181, 229, 361,\ldots$;

» 8° $q = 697$ et $p = 2m^2 + 2mn + 349n^2 = 349, 353, 361, 373, 389, 409,\ldots$.

» Nous ajouterons encore quelques théorèmes du même genre, où, pour une même valeur de q, le nombre premier p peut être pris dans plusieurs classes différentes de formes quadratiques.

» XVI. Soit p l'un des nombres premiers 29, 167, 311, 361, 443,..., représentés respectivement par les deux formules

$$9m^2 + 2mn + 354n^2, \quad 29m^2 + 22mn + 116n^2;$$

l'équation

$$px^4 - 3185y^4 = z^2$$

est impossible en nombres entiers.

» XVII. Il en est de même de l'équation

$$px^4 - 1764y^4 = z^2$$

quand le nombre premier p est de l'une des deux formes

$$4m^2 + 441n^2 \quad \text{ou} \quad 25m^2 + 12mn + 72n^2.$$

» XVIII. De même l'équation

$$px^4 - 8349y^4 = z^2$$

est impossible en nombres entiers, lorsque le nombre premier p est de l'une des trois formes

$$25m^2 + 2mn + 254n^2, \quad 49m^2 + 36mn + 177n^2, \quad 70m^2 + 62mn + 133n^2.$$

» XIX. Si p désigne l'un des nombres premiers 97, 181, 829, 877, 1093,..., représentés par les formes

$$4m^2 + 1089n^2, \quad 148m^2 + 96mn + 45n^2, \quad 229m^2 + 74mn + 25n^2,$$

il est impossible de résoudre en nombres entiers l'équation

$$px^4 - 4356y^4 = z^2.$$

» XX. On trouve la même impossibilité pour l'équation

$$px^4 - 4950y^4 = z^2,$$

lorsque p désigne l'un des nombres premiers 31, 561, 509, 751,..., représentés par la formule

$$31m^2 + 28mn + 166n^2.$$

» Tous ces théorèmes subsistent encore, quand p désigne une puissance de nombre premier obtenue en attribuant à m et n, dans les formules respectives, des valeurs dont aucune ne soit nulle. »

CHIMIE. — *De l'action de systèmes ternaires définis, formés de mannite, de borax et d'eau, sur la lumière polarisée. Du pouvoir rotatoire de la mannite.* Note de M. L. VIGNON, présentée par M. Pasteur.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que la mannite mise en dossolution dans l'eau avec de l'acide borique ou du borax agit sur la lumière polarisée. Je donne aujourd'hui, très-sommairement, les résultats d'expériences entreprises sur des systèmes ternaires définis composés de mannite, de borax et d'eau.

» Si l'on examine une série de solutions mannito-boraciques, formées de telle façon que le rapport du poids de la mannite au poids de l'eau demeure constant dans toutes les solutions de la série, le pouvoir rotatoire (α) de la mannite dans chaque solution est lié au poids β de borax contenu dans l'unité de poids de la même solution par la relation

$$(\alpha) = A + \frac{B\beta}{\beta + C}.$$

» M. Biot a démontré que cette relation est applicable aux solutions tartro-boriques (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, 3e série).

» Les trois coefficients se calculent au moyen de trois expériences préliminaires.

» Dans la série que j'ai examinée, le rapport n du poids de l'eau au poids de la mannite était

$$n = 6{,}335136.$$

» Les pouvoirs rotatoires ont varié de

$$2^\circ{,}5097 \text{ à } 16^\circ{,}4638,$$

et les proportions de borax β de

$$0,01396 \text{ à } 0,0969484.$$

» J'ai trouvé, pour les coefficients propres à cette série,

$$A = 0,82550,$$
$$B = -39,97682,$$
$$C = -0,344687.$$

» L'équation

$$(\alpha) = A + \frac{B\beta}{\beta + C},$$

pour $\beta = 0$, se réduit à

$$(\alpha) = A = 0,82550,$$

qui devrait être le pouvoir rotatoire de la mannite, pour la proportion d'eau, propre à la série.

» En réalité, cette conclusion n'est pas tout à fait exacte, et la relation précédente ne peut s'appliquer que dans les cas spéciaux pour lesquels on a démontré qu'elle était rigoureusement applicable.

» Pour le cas de la mannite, une vérification directe est impossible; mais si l'on considère que M. Biot a montré que le coefficient A, pour le cas de l'acide tartrique, représente sensiblement le pouvoir rotatoire de cet acide, dans les mêmes conditions de dosage avec l'eau que celles qui ont présidé à la formation des systèmes ternaires primitifs, nous pourrons dire, sans prétendre assigner à (α), pour le cas de β nul, une valeur rigoureusement déterminée, que le pouvoir rotatoire de la mannite associé à l'eau dans ces proportions n'est pas nul, qu'il est numériquement très-faible et positif. En d'autres termes, que la mannite dissoute dans l'eau est un corps dextrogyre de pouvoir rotatoire très-faible.

» Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Lyon. »

CHIMIE. — *Sur la production artificielle de cristaux d'oxalate de chaux, semblables à ceux qui se forment dans les plantes.* Note de M. **Vesque**, présentée par M. Decaisne.

« On a étudié depuis longtemps la forme et la nature chimique des cristaux qu'on rencontre dans les plantes. Les travaux les plus récents montrent qu'ils consistent, dans la grande majorité des cas, en oxalate de

chaux. Ce sel cristallise dans deux systèmes différents, suivant la quantité d'eau qu'il renferme : dans le système prismatique carré, avec 6 équivalents d'eau, et dans le système clinorhombique, avec 2 équivalents d'eau. Les cristaux du système carré sont relativement rares dans les végétaux; ils se forment dans la cristallisation lente.

» Les cristaux du système clinorhombique offrent une variété infinie dans les plantes, et, chose étrange, ces formes *sont constantes* pour la même espèce et la même partie du végétal. Ceux de la moelle et de l'écorce primaire sont souvent identiques, mais quelquefois différents; ceux du liber mou diffèrent presque toujours de ceux du tissu fondamental; ils revêtent généralement des formes caractéristiques propres tantôt à l'espèce, tantôt au genre, tantôt à la famille, tantôt à la classe.

» Pensant que la nature chimique et physique du milieu dans lequel s'effectue la cristallisation peut exercer une influence notable sur la forme cristalline produite, et que les choses peuvent se passer de la même manière dans la cellule végétale, j'ai entrepris d'éclairer cette question par des expériences.

» M. Holzner, le seul qui, à ma connaissance, ait cherché à reproduire artificiellement les formes cristallines des plantes, a fait cristalliser l'oxalate de chaux de sa solution dans les acides chlorhydrique et azotique. J'ai renoncé à ce procédé, peu conforme à ce qui peut se passer dans la cellule végétale.

» Voici les procédés que j'emploie :

» 1° Je fais arriver, dans un verre contenant le liquide-milieu, de l'oxalate de potasse et du chlorure de calcium, ou de l'acide oxalique et du sulfate de chaux, à l'aide de deux bandes de papier buvard.

» 2° Le milieu est mélangé avec l'un des deux réactifs, et j'y fais arriver l'autre par une bande de papier buvard.

» 3° Les deux réactifs sont contenus respectivement dans deux petits dialyseurs, qui plongent par leur partie inférieure dans le milieu.

» Les résultats obtenus sont très-constants, de telle sorte que je puis produire à volonté la forme cristalline que je désire. Quelques-unes de ces formes sont identiques avec les formes qu'on observe dans les végétaux; d'autres, au contraire, ne s'y rencontrent jamais : telles sont les dendrites, qui se produisent toutes les fois que l'un des deux réactifs est en excès, à moins que la liqueur ne soit très-acide (acide oxalique, citrique, tannique).

» Les petits octaèdres plats (enveloppes de lettres) et des étoiles à quatre branches, diversement conformées, se produisent, dans beaucoup de cir-

constances, en mélange avec d'autres formes, et sont parfois difficiles à éviter : dans les végétaux, ils ne sont presque jamais seuls.

» Les gros cristaux simples, tantôt régulièrement prismatiques, obliques, rhomboïdaux, simulant des rhomboèdres, tantôt irréguliers, ressemblant à des cailloux à arêtes vives, se produisent dans les milieux acides (acide oxalique, tannique) ; ils sont mélangés avec une autre forme maclée, simulant souvent un prisme hexagonal, très-compliquée, très-constante.

» Dans le glucose et la dextrine, on obtient des aiguilles qui ressemblent de tout point aux raphides.

» Les cristaux en forme de sablier, qu'on a rencontrés quelquefois dans l'urine, se produisent sur les parois du verre contenant de l'eau légèrement albumineuse. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Étude sur les orages de l'année* 1869. Note de M. **Fron**, présentée par M. Le Verrier.

« L'ensemble du travail démontre la vérité des conclusions déjà énoncées dès l'année 1865. Elles peuvent se résumer ainsi :

» 1° Les orages sont liés aux dépressions barométriques ou bourrasques, et ils se produisent principalement dans la partie nommée *région dangereuse*.

» 2° La zone où se meuvent les nuées orageuses forme généralement un anneau qui entoure le centre de dépression.

» 3° Dans cet anneau orageux, il y a lieu de distinguer les orages antérieurs et les orages postérieurs : la marche du baromètre, la direction du vent les séparent.

» 4° Les trombes prennent naissance principalement dans le cercle d'action d'une dépression barométrique ou bourrasque. Cet état instable se produit surtout dans la région dangereuse. Les actions électriques en favorisent grandement la formation.

» 5° La grêle se produit dans des conditions analogues à celles où se forment les trombes.

» 6° Les cyclones, les tores tempêtueux, les anneaux orageux sont des moyens que la nature emploie pour emmagasiner la force vive, la transporter d'un point à un autre et la manifester ensuite par actions mécaniques, calorifiques ou électriques.

» 7° Les courants ascendants contribuent à l'entretien de la force vive de l'anneau tournant, et cet anneau agit lui-même par appel sur l'air des régions supérieures de l'atmosphère. »

M. A. Gaiffe adresse une Note relative à un laiton présentant des propriétés magnétiques très-prononcées.

L'auteur soumet à l'examen de l'Académie quelques vis fabriquées avec ce laiton, dans lequel la fraude a fait entrer une quantité énorme de fer sans altérer sensiblement son aspect et sa malléabilité. Ces vis avaient été employées à la construction de galvanomètres médicaux qui, quoique n'étant pas destinés à donner des indications très-précises, ont dû être démontés. Il pense qu'il pourrait être utile de rechercher par quel moyen le fer a pu être intimement allié au cuivre en aussi grande proportion.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

ERRATA.

(Séance du 29 décembre 1873.)

Tome LXXVII, page 1554, ligne 22, *au lieu de* il regardait les séries comme ne pouvant exister, *lisez* il regardait les séries comme pouvant exister.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**, Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* à 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matiè l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:*

Pour Paris	20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* — Allègre.
- *Amiens* — Prévost-Allo.
- *Angoulême* — Debreuil.
- *Angers* — Barassé. Lachèse, Bellenvre et Cie.
- *Bayonne* — Cazals.
- *Besançon* — Marion.
- *Bordeaux* — Chaumas. Sauvat.
- *Bourges* — David.
- *Brest* — Lefournier.
- *Caen* — Legost-Clérisse.
- *Chambéry* — Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* — Berthelage.
- *Dijon* — Lamarche.
- *Grenoble* — Drevet.
- *Lille* — Beghin. Quarré.
- *Lorient* — Mme Tiret.
- *Lyon* — Beaud. Palud.
- *Marseille* — Camoin frères. Bérard.
- *Montpellier* — Coulet. Seguin.
- *Nantes* — Douillard frères. Mme Veloppé.

chez Messieurs :

- *A Nancy* — Mlle Gonet. Grosjean.
- *Nîmes* — Giraud.
- *Orléans* — Vaudecraine.
- *Poitiers* — Létang.
- *Rennes* — Hauvespre. Verdier.
- *Rochefort* — Boucard. Valet.
- *Rouen* — Lebrument. Herpin.
- *St-Étienne* — Chevalier.
- *Toulon* — Rumèbe. Ravel.
- *Toulouse* — Gimet. Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

- *A Metz* — Ballet. Rousselot. Warion.
- *Mulhouse* — Perrin.
- *Strasbourg* — Derivaux. Simon. Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam* — L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* — Verdaguer.
- *Berlin* — Asher et Cie.
- *Bologne* — Zanichelli et Cie.
- *Boston* — Sever et Francis.
- *Bruxelles* — Decq. Muquardt.
- *Cambridge* — Dighton.
- *Édimbourg* — Seton et Mackenzie.
- *Florence* — Jouhaud.
- *Gand* — Lebrun-Devigne.
- *Genes* — Beuf.
- *Genève* — Cherbuliez.
- *La Haye* — Belinfante frères.
- *Lausanne* — Blanc, Imer et Lebat.
- *Leipzig* — Brockhaus. Dürr. Voss.
- *Liége* — Bounameaux. Gnusé.
- *Lisbonne* — Silva junior et Cie.
- *Londres* — Asher et Cie. Dulau. Nutt.
- *Luxembourg* — V. Büch.
- *Milan* — Dumolard frères.
- *Moscou* — Gautier.

chez Messieurs :

- *A Madrid* — Bailly-Baillière. Duran. Ve Poupart et fils.
- *Naples* — Pellerano.
- *New-York* — Christern.
- *Oxford* — Parker et Cie.
- *Palerme* — Pédone-Lauriel.
- *Porto* — Mme Ve Moré. Chardron.
- *Rio-Janeiro* — Garnier.
- *Rome* — Bleggi.
- *Rotterdam* — Kramers.
- *Stockholm* — Bonnier. Samson et Wallin.
- *St-Pétersb.* — Issakoff. Mellier. Wolff.
- *Trieste* — Münster.
- *Turin* — Bocca frères. Marietti.
- *Varsovie* — Hösick. Gebethner et Wolff
- *Venise* — Münster.
- *Vérone* — Münster.
- *Vienne* — Gerold et Cie.
- *Zürich* — Orell, Füssli et Cie. Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. 20

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix 20

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbati qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement d la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches 25

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les di » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultar ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, a 27 planches, 1861 25

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 2.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 12 Janvier 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

M. Guillard

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 3 (19 Janvier 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 JANVIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie des chocs.* Note de M. **H. Resal.**

« Anciennement on assimilait, d'une manière assez vague d'ailleurs, les corps complétement élastiques à de véritables ressorts (*Leçons de Physique* de l'abbé Nollet, 1re édit., 1743; *Traité de Dynamique* de d'Alembert, 1re édit., 1743,...; *Traité de Mécanique* de Poisson, 2e édit., 1833).

» On concluait de cette assimilation, par des raisonnements qui laissent bien à désirer au point de vue de la rigueur, que, dans le choc de deux corps élastiques, la vitesse perdue par chacun de ces corps, estimée suivant la normale au point de contact, avait la même valeur dans les deux parties du choc, séparées l'une de l'autre, comme on le sait, par l'instant où la compression mutuelle atteint son maximum, ce qui revient à dire que la somme des vitesses normales extrêmes au point de contact est égale au double de la vitesse pareille dans l'hypothèse où les corps seraient complétement dénués d'élasticité.

» Navier, après avoir adopté cette manière de voir (*Notes sur l'Architecture hydraulique de Bélidor*, 2e édit., 1819), a donné plus tard la véritable solution du problème (*Résumé des Leçons données à l'École des Ponts et Chaussées*, 1838), dans le cas du choc direct, en exprimant que la force

vive totale a la même valeur avant et après le choc, ce qui était, au contraire, l'objet d'une vérification dans l'ancienne théorie.

» Dans ce qui suit, j'établis que la règle, quelque peu empirique, énoncée dès le début, se vérifie dans toutes les circonstances que peut présenter le choc de deux corps élastiques, lorsque l'on fait abstraction du frottement, en résolvant complétement le problème, considéré à son point de vue le plus général.

» Si, comme nous l'avons dit plus haut, on fait abstraction du frottement dans le choc de deux corps, la vitesse du centre de gravité de chacun d'eux, estimée parallèlement au plan tangent au point de contact, reste constante en grandeur et en direction pendant toute la durée du choc, et, comme elle ne donne aucun terme dans l'équation des moments, on peut en faire abstraction ou la supposer nulle.

» Soient

O le point de contact;

Ox la normale en ce point;

Oy, Oz deux droites rectangulaires, menées par le point O, dans le plan tangent commun en ce point;

G le centre de gravité du corps choquant;

V_0, V sa vitesse avant le choc et à un instant quelconque du choc, que l'on peut supposer parallèle à Ox, ainsi qu'on l'a fait remarquer plus haut;

n_0, p_0, q_0 et n, p, q les composantes correspondantes de la rotation instantanée autour de G, suivant des parallèles Gx, Gy, Gz menées en G aux axes coordonnés;

M la masse du corps choquant;

A, B, C ses moments d'inertie par rapport à Gx, Gy, Gz;

$H_{uv} = H_{vu}$ la somme Σmuv relative aux éléments matériels m et M et à leurs coordonnées u, v, par rapport aux parallèles Gu_1, Gv_1 en G à deux axes rectangulaires Ou, Ov, menées par le point O;

$\mathfrak{M}_{0u}$, $\mathfrak{M}_u$ les moments des quantités de mouvement avant le choc et à un instant quelconque du choc, par rapport à Gu_1;

$W = V - zp + yq$ la vitesse normale du point O de M;

W_0 la valeur de W avant le choc;

N la réaction normale des deux corps.

» Les quantités qui se rapportent au corps choqué seront représentées par

les mêmes lettres que pour le corps choquant, en les affectant d'un accent.

» Nous avons

$$\begin{aligned}
&\mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0) = -\textstyle\int \mathrm{N}\,dt,\\
&\mathfrak{M}_x - \mathfrak{M}_{0x} = \mathrm{A}(n-n_0) - \mathrm{H}_{xy}(p-p_0) - \mathrm{H}_{yz}(q-q_0) = 0,\\
&\mathfrak{M}_y - \mathfrak{M}_{0y} = \mathrm{B}(p-p_0) - \mathrm{H}_{yx}(n-n_0) - \mathrm{H}_{yz}(q-q_0) = z\textstyle\int \mathrm{N}\,dt,\\
&\mathfrak{M}_z - \mathfrak{M}_{0z} = \mathrm{C}(q-q_0) - \mathrm{H}_{zx}(n-n_0) - \mathrm{H}_{zy}(p-p_0) = -y\textstyle\int \mathrm{N}\,dt,\\
&\mathrm{M}'(\mathrm{V}'-\mathrm{V}'_0) = \textstyle\int \mathrm{N}\,dt,\\
&\mathfrak{M}'_x + \mathfrak{M}'_{0x} = \ldots \qquad = 0,\\
&\mathfrak{M}'_y - \mathfrak{M}'_{0y} = \ldots \qquad = -z'\textstyle\int \mathrm{N}\,dt,\\
&\mathfrak{M}'_z - \mathfrak{M}'_{0z} = \ldots \qquad = y'\textstyle\int \mathrm{N}\,dt,
\end{aligned}$$

d'où l'on déduit

$$(1)\qquad \mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0) + \mathrm{M}'(\mathrm{V}'-\mathrm{V}'_0) = 0;$$

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}
&\mathfrak{M}_x - \mathfrak{M}_{0x} = \mathrm{A}(n-n_0) - \mathrm{H}_{xy}(p-p_0) - \mathrm{H}_{xz}(q-q_0),\\
&\mathfrak{M}_y - \mathfrak{M}_{0y} = \mathrm{B}(p-p_0) - \mathrm{H}_{yx}(p-p_0) - \mathrm{H}_{xz}(q-q_0) = -\mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0)z,\\
&\mathfrak{M}_z - \mathfrak{M}_{0z} = \mathrm{C}(q-q_0) - \mathrm{H}_{zx}(n-n_0) - \mathrm{H}_{xy}(p-p_0) = \mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0)y.\\
&\mathfrak{M}'_x - \mathfrak{M}'_{0x} = \ldots \qquad = 0,\\
&\mathfrak{M}'_y - \mathfrak{M}'_{0y} = \ldots \qquad = -\mathrm{M}'(\mathrm{V}'-\mathrm{V}'_0)z,\\
&\mathfrak{M}'_z - \mathfrak{M}'_{0z} = \ldots \qquad = \mathrm{M}'(\mathrm{V}'-\mathrm{V}'_0)y,
\end{aligned}\right.$$

» Posant

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned}
&\Delta = \mathrm{ABC} - \mathrm{AH}^2_{yz} - \mathrm{BH}^2_{xz} - \mathrm{CH}^2_{xy} - 2\mathrm{H}_{xy}\mathrm{H}_{xz}\mathrm{H}_{yz}, && \Delta' = \mathrm{A'B'C'}\ldots;\\
&\alpha = -\frac{z(\mathrm{H}_{xz}\mathrm{H}_{yz} + \mathrm{CH}_{xy}) + y(\mathrm{H}_{xy}\mathrm{H}_{yz} + \mathrm{BH}_{xz})}{\Delta}, && \alpha' = \ldots;\\
&\beta = -\frac{z(\mathrm{AC} - \mathrm{H}^2_{xz}) + y(\mathrm{H}_{xz}\mathrm{H}_{xy} + \mathrm{AH}_{yz})}{\Delta}, && \beta' = \ldots;\\
&\gamma = -\frac{z(\mathrm{H}_{xy}\mathrm{H}_{xz} + \mathrm{AH}_{yz}) + y(\mathrm{AB} - \mathrm{H}_{xy})}{\Delta}, && \gamma' = \ldots.
\end{aligned}\right.$$

les équations (2) donnent

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned}
n - n_0 &= \alpha \mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0), & n' - n'_0 &= \ldots;\\
p - p_0 &= \beta \mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0), & p' - p'_0 &= \ldots;\\
q - q_0 &= \gamma \mathrm{M}(\mathrm{V}-\mathrm{V}_0), & q' - q'_0 &= \ldots.
\end{aligned}\right.$$

» Les équations (2) peuvent se mettre sous la forme

$$A\alpha - H_{xy}\beta - H_{xz}\gamma = 0,$$
$$B\beta - H_{yx}\alpha - H_{yz}\gamma = z,$$
$$C\gamma - H_{zx}\alpha - H_{zy}\beta = y;$$

mais on a

$$\mathfrak{M}_{0x} = A n_0 - H_{xy} p_0 - H_{xz} q_0,$$
$$\mathfrak{M}_{0y} = B p_0 - H_{yx} n_0 - H_{yz} q_0,$$
$$\mathfrak{M}_{0z} = C q_0 - H_{zx} n_0 - H_{zy} p_0,$$

d'où l'on tire

(5) $\mathfrak{M}_{0x}\alpha + \mathfrak{M}_{0y}\beta + \mathfrak{M}_{0z}\gamma = -p_0 z + q_0 y = W_0 - V_0$, et de même $\mathfrak{M}'_{0x}\alpha + \ldots$

» *Corps mous.* — En exprimant que les vitesses normales des points en contact des deux corps sont égales à la fin du choc, on a

$$W = V - zp + yq = V' - z'p' + y'q',$$

ou

$$W = V - V_0 - z(p - p_0) + y(q - q_0) + W_0$$
$$= V' - V'_0 - z'(p' - p'_0) + y'(q' - q'_0) + W'_0,$$

ou encore

$$W = (V - V_0)(1 - M\beta z + M\gamma y) + W_0$$
$$= (V' - V'_0)(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y') + W'_0,$$

d'où, en vertu de l'équation (1),

$$V - V_0 = \frac{M'(W'_0 - W_0)}{M'(1 - M\beta z + M\gamma y) + M(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y')}.$$

» La vitesse normale au contact est, par suite,

(6) $$W = \frac{M'W'_0(1 - M\beta z + M\gamma y) + MW_0(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y')}{M'(1 - M\beta z + M\gamma y) + M(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' z')}.$$

» *Corps parfaitement élastiques.* — Supposons que V, W,... se rapportent à la fin du choc. Il est facile de voir que l'accroissement de la force vive du système de M, M', égalé à zéro, peut se mettre sous la forme

$$M(V^2 - V_0^2) + \mathfrak{M}_x n - \mathfrak{M}'_{0x} n_0 + \mathfrak{M}_y p - \mathfrak{M}_{0y} p_0$$
$$+ \mathfrak{M}_z q - \mathfrak{M}_{0z} q_0 + M'(V'^2 - V'^2_0) + \ldots = 0,$$

d'où, en vertu des équations (2),

$$M(V - V_0)(V + V_0 - zp + yq) + \mathfrak{M}_{0x}(n - n_0) + \mathfrak{M}_{0y}(p - p_0) + \mathfrak{M}_{0z}(q - q_0) + M'(V' - V'_0)\ldots = 0.$$

» En ayant égard aux valeurs (4) et à la formule (5), cette équation devient

$$M(V - V_0)[V - V_0 + 2W_0 - M(z\beta - y\gamma)(V - V_0)] + M'(V' - V'_0)\ldots = 0,$$

on a, en vertu de l'équation (1),

$$(V - V_0)[1 - M(z\beta - y\gamma)] + 2W_0 = (V' - V'_0)[1 - M'(z'\beta' - y'\gamma')] + 2W'_0,$$

et enfin

$$(7)\qquad V - V_0 = \frac{2M'(W'_0 - W_0)}{M'(1 - M\beta z + M\gamma y) + M(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y')}.$$

» Nous avons maintenant

$$(8)\quad \begin{cases} W + W_0 = V - V_0 - z(p - p_0) + y(q - q_0) + 2W'_0 \\ \qquad = (V - V_0)(1 - M\beta z + M\gamma y) + 2W'_0 \\ \qquad = \dfrac{2M'W'_0(1 - M\beta z + M\gamma y) + 2MW_0(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y')}{M'(1 - M\beta z + M\gamma y) + M(1 - M'\beta' z' + M'\gamma' y')}, \end{cases}$$

ce qui est bien le double de l'expression (6), conformément à la règle posée *a priori* dans l'ancienne théorie. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mémoire sur les températures observées au Jardin des Plantes avec des thermomètres électriques, depuis le sol jusqu'à* 36 *mètres de profondeur, pendant l'année météorologique de* 1873; par MM. **Becquerel** et **Edm. Becquerel**. (Extrait.)

« On a établi au Jardin des Plantes, il y a quelques années, un certain nombre de thermomètres électriques qui permettent d'observer la température de l'air depuis le sol jusqu'à une hauteur de 20 mètres au-dessus, et au-dessous jusqu'à une profondeur de 36 mètres; puis, on observe au-dessous du sol gazonné ou dénudé et sableux, à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$, $0^m,60$ de profondeur; on observe également à 1^m, 6^m, 11^m, 16^m, 21^m, 26^m, 31^m et 36 mètres de profondeur. Les observations sont faites à 6 heures du matin et 3 heures du soir de la manière indiquée dans nos précédents Mémoires (1). Ces thermomètres sont établis de telle manière

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1136; *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. XXXVIII, p. 273 et 298.

qu'ils peuvent subsister pendant nombre d'années, puisque les câbles qui les composent sont entourés de gutta-percha, puis renfermés dans des tuyaux de grès remplis de béton, lesquels tuyaux sont introduits dans un puits foré que l'on a rempli également de béton.

» Les observations de température sont enregistrées et discutées dans l'intérêt de la physique terrestre et des phénomènes de culture.

» Le Mémoire que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie se compose des tableaux suivants qui renferment les observations faites du 1er décembre 1872 au 1er décembre 1873, c'est-à-dire pendant l'année météorologique qui vient de s'écouler :

» 1° Deux tableaux contenant les températures les plus basses de décembre 1871 et les plus élevées de juillet 1872;

» 2° Vingt-quatre tableaux d'observations de températures mensuelles à 6 heures du matin et 3 heures du soir, depuis $0^m,05$ jusqu'à $0^m,60$, savoir : à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$, $0^m,60$;

» 3° Quatre tableaux des températures mensuelles de l'air observées avec les thermomètres à maxima et minima;

» 4° Six tableaux des températures de 6 heures du matin, 9 heures du matin, et 3 heures du soir, au nord et au haut du mât;

» 5° Un tableau des températures à 1 mètre au-dessous du sol.

» 6° Deux tableaux des différences entre les températures sous les sols gazonnés et les sols dénudés;

» 7° Un tableau des températures moyennes sous les deux sols à $0^m,05$, $0^m,10$, $0^m,20$, $0^m,30$, $0^m,60$.

» Nous avons commencé par mettre en évidence l'influence des sols gazonnés et dénudés sur la température au-dessous du sol jusqu'à $0^m,6$, au moyen des observations faites du 8 au 13 décembre 1871, où l'abaissement de température a été considérable; puis celle du 18 au 31 juillet 1872, intervalle de temps pendant lequel la température s'est élevée en moyenne à 26,80.

Tableau I. — *Extrait des observations du mois de décembre 1871.*

		Sol gazonné.					Sol dénudé.					Temp. moy. du jour.
	Dates.	à $0^m,05$ de prof.	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	à $0^m,05$ de prof.	$0^m,10$	$0^m,20$	$0^m,30$	$0^m,60$	
6 heures matin.	8	0°,70	1°,10	1°,60	2°,10	3°,50	−0°,65	−0°,45	−0°,15	0°,60	2°,40	− 8°,0
	9	0,60	1,00	1,50	2,10	1,45	−1,70	−1,00	−0,05	0,50	2,35	−14,9
	10	0,60	1,00	1,50	2,10	2,35	−1,70	−1,30	−0,25	0,35	2,25	−11,7
	11	0,65	1,00	1,45	2,00	3,25	−0,90	−0,70	−0,20	0,30	2,20	− 3,1
	12	0,70	0,95	1,45	1,95	3,20	−0,50	−0,40	−0,15	0,30	2,10	− 1,5
	13	0,65	1,60	1,56	1,90	3,10	−0,50	−0,40	0,50	0,30	1,95	− 1,5
	Moy.	0,65	1,11	1,50	2,02	2,80	−0,99	−0,71	−0,22	0,38	2,20	−6,78

	Dates.	Sol gazonné. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Sol dénudé. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Temp. moy. du jour.
3 heures soir.	8	3°,50	2°,10	1°,50	1°,00	0°,70	2°,35	0°,65	0°,00	0°,65	-1°,10	-8°,0
	9	3,40	2,10	1,50	1,00	0,69	2,20	0,45	-0,10	-1,20	-1,80	-14,9
	10	3,25	2,10	1,40	1,00	0,60	2,25	0,20	-0,40	-0,95	-1,20	-11,7
	11	3,20	1,95	1,40	1,00	0,65	2,20	0,30	+0,30	-0,60	-0,70	-3,1
	12	3,10	1,90	1,45	1,00	0,75	2,00	0,30	0,30	-0,50	-0,50	-1,5
	13	3,10	1,85	1,40	0,90	0,70	2,00	0,30	0,30	-0,30	-0,40	-1,5
	Moy.	3,26	2,00	1,43	1,00	0,68	2,16	0,37	-0,20	-0,70	-0,95	-6,78

» Voici les moyennes des observations faites du 8 au 13 décembre 1871 :

TABLEAU II. — *Moyennes des observations du 8 au 13 décembre 1871.*

Sol gazonné. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Sol dénudé. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Temp. moy. de l'air.
Température à 6 heures du matin.										
0°,65	1°,11	1°,50	2°,02	2°,80	—0°,99	—0°,71	—0°,22	—0°,38	2°,20	—6°,78
Température à 3 heures du soir.										
0,68	1,00	1,49	2,00	3,20	—0,95	—0,70	—0,20	—0,37	2,16	

TABLEAU III. — *Extrait des observations de juillet 1872.*

	Dates.	Sol gazonné. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Sol dénudé. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Temp. moy. du jour.
6 heures du matin.	18	18°,85	19°,50	19°,90	19°,95	19°,90	16°,35	16°,98	17°,95	18°,60	18°,80	16°,85
	19	18,40	19,20	19,90	10,85	19,80	14,86	16,90	17,95	18,55	18,70	17,30
	20	19,80	20,45	20,60	20,40	19,75	17,90	19,00	20,25	20,35	18,95	20,70
	21	20,80	21,35	21,40	20,05	19,90	19,80	21,00	22,30	22,05	19,70	22,70
	22	21,60	22,15	22,00	21,00	20,30	20,50	21,60	22,80	22,70	20,55	24,30
	23	22,80	23,15	22,80	22,10	20,50	22,85	23,60	24,40	24,00	21,20	26,60
	24	22,95	23,10	23,00	22,60	21,00	22,50	23,15	24,00	23,95	21,80	26,20
	25	23,20	23,40	23,30	22,80	21,20	22,90	23,75	24,60	24,40	22,10	25,50
	26	23,50	23,10	23,50	23,10	21,45	24,00	25,00	26,05	25,70	22,70	26,65
	27	23,55	23,35	23,60	23,30	21,60	22,50	24,00	25,45	26,00	23,15	25,25
	28	22,80	22,30	22,80	22,85	21,60	20,65	22,30	24,30	25,40	23,00	23,15
	29	22,25	22,80	23,00	22,75	21,85	20,50	21,60	23,45	24,07	23,10	21,85
	30	21,90	22,00	22,60	22,45	21,90	19,50	20,45	21,90	22,60	22,50	21,10
	31	22,90	22,10	22,45	22,45	21,90	20,00	21,10	22,45	23,15	22,16	21,15
	Moy.	21,76	22,07	22,20	21,82	20,90	19,70	21,43	22,70	22,90	21,33	22,80
3 heures du soir.	18	20,80	20,10	19,80	19,50	19,85	23,10	21,00	18,95	18,45	18,70	16,85
	19	20,10	20,85	19,90	19,75	19,75	28,50	24,60	20,50	18,90	18,60	17,30
	20	23,80	22,30	20,70	20,30	19,85	32,65	28,50	25,25	20,61	19,10	20,70
	21	20,60	22,95	21,45	20,90	20,00	30,10	27,30	23,70	21,90	19,90	22,70
	22	25,35	23,70	22,20	21,60	20,35	32,90	29,16	24,80	22,80	20,65	24,30
	23	25,00	24,05	22,80	22,15	20,70	29,35	28,10	25,70	23,90	21,35	26,60
	24	25,90	24,10	23,00	22,60	21,10	32,20	29,05	25,40	23,75	21,90	26,20
	25	20,90	24,75	23,30	22,75	21,30	35,90	31,90	26,95	24,65	22,25	25,50
	26	25,70	24,70	23,50	23,00	21,50	34,30	31,30	27,40	25,49	22,90	26,65
	27	25,70	24,60	23,60	23,10	21,80	34,90	30,70	26,60	25,05	23,20	25,25
	28	23,75	23,00	23,70	22,65	21,90	29,00	26,35	24,50	24,10	23,25	23,15
	29	23,30	23,00	22,75	22,70	21,90	26,00	24,80	23,70	23,30	22,85	21,85
	30	23,80	23,20	22,60	22,35	21,90	29,50	26,90	23,85	22,70	22,35	21,10
	31	22,05	22,45	22,30	22,10	21,85	28,20	25,35	23,05	22,35	22,10	21,15
	Moy.	23,92	23,90	22,14	21,92	21,06	30,52	27,64	24,30	22,70	21,35	22,80

TABLEAU IV. — *Température moyenne du 18 au 31 juillet 1872.*

Sol gazonné.					Sol dénudé.					
à $0^{m},5$ de prof.	$0^{m},10$	$0^{m},20$	$0^{m},30$	$0^{m},60$	à $0^{m},05$ de prof.	$0^{m},10$	$0^{m},20$	$0^{m},30$	$0^{m},60$	Temp. moy. de l'air.
Température à 6 heures du matin.										
21°,76	22°,70	22°,20	21°,82	20°,90	19°,70	21°,43	22°,70	22°,90	21°,35	22°,80
Température à 3 heures du soir.										
23,92	22,90	22,14	21,92	21,06	30,52	27,64	24,30	22,70	21,31	

» On voit par ces résultats que sous le sol gazonné, malgré les grands froids, la température à 6 heures du matin a toujours été au-dessus de zéro, et a augmenté jusqu'à $0^{m},60$; tandis que, sous le sol dénudé, elle a été au-dessous de zéro, mais beaucoup moins basse que dans l'air. A 3 heures du soir, sous le sol gazonné, elle a été également au-dessus de zéro, mais peu différente de celle de 6 heures du matin. Sous le sol dénudé, excepté à $0^{m},20$, elle a été constamment au-dessous de zéro.

» En été, comme sous une température très-élevée, les effets sont inverses.

» On voit qu'à 6 heures du matin la température est plus élevée de 2 degrés sous le sol gazonné que sous le sol dénudé. A $0^{m},10$ la différence n'est plus que de $0^{m},66$. A 3 heures du soir, le contraire a lieu : à $0^{m},05$, $0^{m},10$ et $0^{m},20$, la température est plus élevée sous le sol dénudé que sous le sol gazonné de 6°,59, 4°,74 et 2°,10. Ces exemples frappants suffisent pour montrer l'influence qu'exerce un sol gazonné ou dénudé sur la température au-dessous jusqu'à $0^{m},60$. On verra mieux encore la différence entre les températures des deux sols quand on saura que, le 9 décembre 1871, la température de l'air étant à $-14,9$, celle à $0^{m},05$ au-dessous du sol a été, à 6 heures du matin, de $-1,70$, et sous le sol couvert de $+0°,60$; à 2 heures du soir, de $+2,25$ sous le premier sol, et de 3,27 sous le deuxième.

» Le 26 juillet 1872, à 6 heures du matin, les températures ont été, sous les deux sols, de 22°,90 et 23°,20, et à 3 heures, de 35°,90 à 25°,90.

» Cela posé, les observations recueillies en 1873 conduisent aux mêmes conséquences. Les moyennes des observations mensuelles faites au-dessous du sol gazonné et du sol dénudé, depuis $0^{m},05$ jusqu'à $0^{m},60$, à 6 heures du matin et à 3 heures du soir, donnent, sensiblement, la moyenne diurne ainsi que les moyennes annuelles; on voit que jusqu'à $0^{m},10$ au-dessous du sol la température a été toujours plus basse à

6 heures du matin, sous le sol dénudé que sous le sol gazonné; mais ce n'est que de février à septembre que la température a été plus élevée à 3 heures du soir, sous le sol dénudé que sous le sol gazonné : la différence a été d'environ 2 degrés. On peut suivre sur les tableaux la marche des températures sous les deux sols aux diverses profondeurs de $0^m,05$ à $0^m,60$.

» On trouvera, dans un autre tableau, pour la profondeur de $0^m,05$, la moyenne des températures sous les deux sols, à 6 heures du matin et à 3 heures du soir, pendant les douze mois qui composent l'année météorologique 1873, puis la différence entre les moyennes. La température a été plus élevée sous le sol gazonné que sous l'autre de quelques dixièmes de degré seulement.

» En mars, elle a été plus élevée sous le sol dénudé que sous l'autre de $1^\circ,13$.

» D'avril en septembre comme de décembre à mars; mais, de septembre à décembre, la différence a été de un peu plus de 1 degré en faveur du sol gazonné. Malgré les différences entre les températures mensuelles à $0^m,05$ au-dessous du sol, sous le sol gazonné et le sol dénudé, les températures annuelles présentent peu de différence, puisque sous le sol gazonné elle est de 12 degrés et sous le sol dénudé de $11^\circ,60$: il y a à peu près équilibre de température.

» Les tableaux annexés au Mémoire donnent chaque jour l'état du ciel, suivant qu'il est clair ou couvert et qu'il pleut, de sorte que l'on peut suivre son influence sur la température des deux sols.

» En résumé, on voit, par les observations faites en 1873, comme pendant les années précédentes, que, sous le sol gazonné, la température, jusqu'à quelques décimètres au-dessous de la surface, est plus élevée à 6 heures du matin qu'à 3 heures du soir sous le sol dénudé, et qu'à 3 heures le contraire a lieu, tandis que la température moyenne annuelle est à peu près la même sous les deux sols.

» Cet état de choses est d'une certaine importance pour la physiologie végétale et les cultures. On conçoit, en effet, qu'il n'est pas indifférent de placer les végétaux dont les racines craignent la gelée dans un sol gazonné ou dénudé; d'un autre côté, quand il s'agit de conserver des racines ou des tubercules qui craignent la gelée, il vaut mieux alors recouvrir de gazon la terre qui a été remuée que de la laisser dénudée. L'application peut en être faite, par exemple, au procédé employé dans les environs de

Paris pour préserver les figuiers de la gelée et dont on enterre les pieds avant l'hiver dans des tranchées recouvertes de terre.

» Quant aux températures observées jusqu'à 36 mètres au-dessous du sol, elles sont importantes à conserver pour connaître si, dans la suite des temps, elles n'ont pas éprouvé de changement par diverses causes physiques; mais, comme il n'y a rien à mentionner qui ne se trouve dans les précédents Mémoires, je me suis abstenu d'en parler. »

THERMOCHIMIE. — *Formation thermique des oxydes de l'azote, dans l'état gazeux, depuis leurs éléments;* par M. **Berthelot**.

« La multiplicité des oxydes de l'azote, leur nature gazeuse, commune aux éléments aussi bien qu'à leurs composés, enfin les rapports simples de volume et de condensation qui les caractérisent donnent à l'étude thermique de cette série un intérêt tout particulier. Voici les résultats :

» 1. *Bioxyde d'azote:* AzO^2. — J'ai changé ce corps en acide azotique, à l'aide de trois suites d'expériences indépendantes.

» 1° *Par l'acide azoteux.* — Le bioxyde d'azote et l'oxygène, réagissant avec le contact d'une base alcaline, se changent presque uniquement en azotites, quelles que soient les proportions relatives des deux gaz. J'ai réalisé cette expérience dans un calorimètre clos, presque entièrement rempli d'eau de baryte, dont j'avais mesuré le poids et le titre. J'y ai fait arriver séparément du bioxyde d'azote et de l'oxygène secs, en agitant sans cesse.

» J'ai mesuré la chaleur dégagée et l'accroissement de poids; puis j'ai dosé les acides azoteux et azotique formés : la somme de leurs poids fournit une équation de vérification, genre de précaution que j'ai toujours observé dans ces expériences délicates. Le poids de l'acide azotique formé est toujours très-faible; on en a tenu compte dans les calculs. J'ai trouvé

$$AzO^2 + O + BaO \text{ étendue} = AzO^4Ba \text{ dissous} : +28^{Cal},0.$$

Expérience.	AzO^3 formé.	AzO^5.	Réaction $AzO^2 + O + BaO$ étendue.	
	gr	gr	Cal	
I.....	0,943	0,077	+27,82	moyenne + 27,96
II....	2,024	0,159	+27,58	
III....	1,472	0,074	+28,49	

d'où $AzO^2 + O +$ eau $= AzO^3$ étendu : $+28,0 - 10,5 = +17,5$, et, d'après mes expériences sur les azotites, $AzO^2 + O^3 +$ eau $= AzO^5, HO$ étendu $= 17,5 + 18,2 = +35,7$. Mais j'ai établi que $Az + O^5 +$ eau $= AzO^5, HO$ étendu absorbe $-7,7$. Donc

$$Az + O^2 = AzO^2 \text{ absorbe } -7,7 - 35,7 = -43^{Cal},4.$$

» 2° *Par l'acide azotique.* — Je fais absorber à un poids connu d'acide azotique concentré et pur, dont le titre est d'ailleurs indifférent, du bioxyde d'azote sec, dont je détermine le poids, en mesurant aussi la chaleur dégagée, soit Q pour AzO^2. D'autre part, je pèse un poids équivalent de bioxyde de baryum ($3BaO^2$ pour $3HCl$), que je dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, ce qui dégage Q_1; puis je mêle l'acide azotique qui a dissous le bioxyde d'azote avec la solution chlorhydrique du bioxyde de baryum : tout se trouve ainsi ramené à l'état final d'acide azotique et de chlorure de baryum, en dégageant Q_2; enfin je dissous le même poids du même acide azotique pur, que j'ai employé tout d'abord, dans le même volume d'acide chlorhydrique étendu, ce qui dégage S. Comme contrôle, j'ajoute à cette dernière liqueur du bioxyde de baryum pesé, qui doit produire et produit en effet la même quantité de chaleur que s'il se dissolvait dans une liqueur renfermant seulement de l'acide chlorhydrique.

» Cela posé, on a toutes les données du calcul. Soit le système initial : O^3; AzO^2; $3BaO$; $m(AzO^6H + nAq)$; $3HCl$ étendu; séparément; et soit le système final : $3(BaCl + HO)$ dissous $+ (m+1)AzO^6H$ étendu.

$3BaO + 3O = 3BaO^2$ dégage	17,7	$3BaO + 3HCl$ étendu dégage $27,8 \times 3$..............	83,4
$3HCl$ étendu $+ 3BaO^2$......	Q_1	$AzO^2 + O^3 +$ eau $= AzO^5HO$ étendu.................	x
Réaction de AzO^2 sur l'acide azotique concentré........	Q	$m(AzO^6H + nAq) +$ eau....	S
Réaction des deux mélanges..	Q_2		

$$17,7 + Q + Q_1 + Q_2 = 83,4 + S + x.$$

Mes essais ont donné $x = +34,7$, valeur un peu faible.

» 3° *Par l'acide hypoazotique.* — (Voir plus loin.)

$AzO^2 + O^2 = AzO^4$ gaz : $+ 19,4$; liquéfaction de AzO^4 : $+ 4,3$;

AzO^4 liquide $+ O +$ eau $= AzO^5HO$ étendu : $+ 12,6$;

d'où résulte $AzO^2 + O^3 +$ eau $= AzO^5HO$ étendu : $+ 36,3$.

Ces derniers résultats s'accordent avec ceux de M. Thomsen, obtenus en suivant une marche analogue, quoique non identique; mais ils ne me paraissent pas susceptibles d'une grande exactitude, à cause de la difficulté d'obtenir des réactions régulières en observant cette marche. En résumé :

$AzO^2 + O^3 +$ eau $= AzO^5, HO$ étendu : par les azotites..........	+35,7	Moyenne : +35,6
» par une solution azotique..	+34,7	
» par l'acide hypoazotique..	+36,3	

La moyenne ne s'écarte pas de la valeur $+ 35,7$, obtenue par la méthode que je regarde comme la plus rigoureuse.

» 3. *Acide hypoazotique* : AzO^4. — J'ai mesuré la chaleur de formation de ce corps par deux méthodes inverses et suivant trois procédés distincts :

» 1° *Acide hypoazotique et chlore gazeux* :

$$AzO^4 \text{ liquide} + Cl \text{ gaz} + H^2O^2 + \text{eau} = AzO^5HO \text{ étendu} + HCl \text{ étendu}.$$

» J'ai employé le même artifice qu'avec l'azotite de baryte. Je trouve

Le poids de AzO^4 étant	$2^{gr},381$	$+17^c,9$	moyenne $+17,8$
» »	$1,125$	$+17,7$	

» En retranchant de cette valeur la différence des chaleurs de formation de l'acide chlorhydrique étendu et de l'eau (39,3-34,5),

$$AzO^4 \text{ liquide} + O \text{ gaz} + \text{eau} = AzO^5,HO \text{ étendu} : +13^c0.$$

» 2° *Acide hypoazotique et bioxyde de baryum*. — On pèse l'acide hypoazotique liquide dans une ampoule, puis le bioxyde de baryum équivalent; on dissout ce dernier dans l'acide chlorhydrique étendu, et l'on fait réagir peu à peu sur la liqueur l'acide hypoazotique, on mesure la chaleur

$$AzO^4 \text{ liquide} + BaO^2 + HCl \text{ dissous} = AzO^6HO \text{ dissous} + BaCl \text{ dissous};$$

d'où l'on tire :

$$AzO^4 \text{ liquide} + O \text{ gaz} + nHO = AzO^5HO \text{ étendu}.$$

Le poids de AzO^4 étant	$2^{gr},279$ j'ai trouvé, pour cette dernière action,	$+12^c,3$	Moyenne $+12,3$
» »	$1,358$ » » » »	$+12,1$	
» »	$0,951$ » » » »	$+12,4$	

Ce chiffre, sans être identique avec $+13,0$, obtenu par un autre procédé, en est assez voisin pour permettre d'adopter la moyenne des deux : $+12^c,6$.

» Pour passer à l'acide hypoazotique gazeux AzO^4, j'en ai mesuré la *chaleur de vaporisation*. J'ai trouvé $+4,27$ et $+4,39$, en moyenne $+4^c,33$. Donc AzO^4 gaz + O + eau = AzO^5HO étendu dégage $+16^c,9$.
Il résulte de là que la formation de l'acide hypoazotique par les éléments

$$Az + O^4 = AzO^4 \text{ gaz absorbe} : -7,7 - 16,9 = -24,6.$$

Je vais contrôler ces nombres par une méthode inverse.

» 3° *Bioxyde d'azote et oxygène*. — J'enferme l'une dans l'autre deux grandes ampoules concentriques, scellées séparément, et contenant chacune l'un des deux gaz secs, dans le rapport de 2 volumes de bioxyde (250 à 280 centimètres cubes) pour 1 volume d'oxygène.

» On plonge le système dans le calorimètre, puis, à l'aide d'un tour de main, assez délicat d'ailleurs, on brise l'ampoule interne, en laissant son

enveloppe intacte. Les deux gaz réagissent, et l'on permet à l'action de se compléter, de façon à changer entièrement en gaz hypoazotique l'acide azoteux qui prend d'abord naissance. L'acide hypoazotique demeure d'ailleurs gazeux, même vers 10 degrés, parce que sa tension dans l'ampoule est inférieure d'un tiers à la pression atmosphérique. Cette dernière circonstance diminue un peu les nombres qui seraient observés à la pression normale, mais d'une quantité si petite, qu'elle est négligeable. J'ai trouvé, en opérant ainsi, pour la réaction, $AzO^2 + O^2 = AzO^4$ gaz :

+ 19,6; + 19,9; + 18,3, + 19,8; moyenne..................	+ 19,4
La formation de AzO^2 par $Az + O^2$ absorbant.......................	— 43,4
Celle de AzO^4 par $Az + O^4$ absorbera...........................	— 24,0

chiffre qui peut être regardé comme suffisamment concordant avec — 24,6 donné plus haut par une méthode inverse. J'adopte la moyenne — 24,3.

» 3. *Acide azoteux.* — La formation de cet acide en solution étendue a été exposée précédemment; mais il m'a paru nécessaire d'étudier aussi l'acide gazeux : $AzO^2 + O = AzO^3$. Si cette réaction pouvait avoir lieu isolément, il suffirait de mettre en présence 4 volumes de bioxyde d'azote et 1 volume d'oxygène. Mais, dans ces conditions, une portion des deux gaz se change toujours en acide hypoazotique, et il ne paraît pas possible d'obtenir l'acide azoteux anhydre, sans avoir en même temps les produits de sa transformation, AzO^4 et AzO^2, le tout constituant un système en équilibre. Seulement, en accroissant le bioxyde d'azote, on accroît l'acide azoteux; mais on est limité à cet égard par la nécessité d'opérer sur un volume d'oxygène suffisant pour donner des effets calorimétriques notables. En opérant la réaction à l'aide d'un système d'ampoules concentriques, renfermant les deux gaz secs sous un volume connu (400 centimètres cubes de AzO^2 environ), j'ai mesuré la chaleur dégagée; puis j'ai déterminé la proportion de AzO^3 et AzO^4 formés, en absorbant les produits par une solution alcaline étendue, dont j'ai fait ensuite l'analyse; le poids de l'oxygène employé a fourni une équation de vérification. Les produits étant connus, ainsi que la chaleur de formation de AzO^4, on peut calculer la chaleur de formation du gaz azoteux. La donnée, quoique moins exacte que celle des autres oxydes de l'azote, est cependant utile à connaître. J'ai obtenu : + 11,2; + 10,0; + 11,7. D'après la moyenne

$AzO^2 + O = AzO^3$ gaz dégage........................... + 11,0;

dès lors $AzO^3 + O = AzO^4$ gaz dégage. . . + 19,1 — 11,0 = + 8,1;
on montrera plus loin que $AzO^4 + O = AzO^5$ gaz dégage . . . . + 1,7.

» La chaleur dégagée par un même poids d'oxygène va donc en décroissant à mesure qu'il s'unit avec un oxyde de l'azote plus oxygéné, à partir du bioxyde, comme le montrent les nombres +11,0; +8,1; +1,7; ce dernier chiffre étant corrélatif avec la faible stabilité de l'acide azotique anhydre, dont la synthèse d'ailleurs n'a pas lieu directement, comme celle des acides azoteux et hypoazotique. J'ai vérifié par des mesures directes, indépendantes de toute analyse, qu'un même volume d'oxygène mis en présence d'un volume de bioxyde d'azote, égal ou supérieur au double de celui de l'oxygène, dans des ampoules scellées, dégage d'autant plus de chaleur que le volume du bioxyde d'azote et par conséquent de l'acide azoteux formé est plus considérable. Cela prouve que la chaleur dégagée par le gaz hypoazotique n'est pas double du gaz azoteux.

» La formation du gaz azoteux depuis les éléments

$Az + O^3 = AzO^3$ gaz absorbe.................................... $-32,4$

» 4. *Protoxyde d'azote* AzO. — J'adopterai pour la formation

$Az + O = AzO$ la valeur.................................... $-9,0$

moyenne de MM. Favre et Silbermann et Thomsen.

» 5. *Acide azotique anhydre* : AzO^5. — 1° *Action sur l'eau*.

AzO^5 cristall. $+ n HO = AzO^5HO$ étendu, à 10°...... $\overset{\text{Cal}}{+8,34}$

AzO^5HO pur $+ n HO = AzO^5HO$ étendu, à 10°...... $+7,18$.

Donc AzO^5 solide $+ HO$ liquide $= AzO^5HO$ liquide et pur, dégage $\overset{\text{Cal}}{+1,16}$

quantité fort petite, à cause de l'effet thermique contraire produit par la liquéfaction de l'anhydride; aussi l'action de l'anhydride solide sur l'eau n'est-elle pas très-violente. Son union avec la vapeur d'eau atmosphérique est également plus lente que celle de beaucoup de corps hygrométriques; car, dès la température ordinaire, il s'évapore en nature sur une plaque de porcelaine, sans laisser sur place une goutte considérable d'acide étendu.

» Signalons encore la réaction suivante, rapportée à l'état solide

AzO^5 solide $+ BaO$ solide $= AzO^6Ba$ solide, dégage $+40,7$

Elle est inférieure de $+10,3$ au sulfate de baryte ($+51,0$).

» 2° *Chaleur de fusion*. — J'ai trouvé directement et sans difficulté

$AzO^5 (= 54^{gr})$ liquide, en devenant solide, dégage $+4,14$

valeur très-grande, environ 6 fois la chaleur de fusion de l'eau ($+0,72$ pour $HO = 9^{gr}$, d'après M. Desains). Donc

AzO^5 liquide $+ HO$ liquide $= AzO^5HO$ liquide et pur, dégage $\overset{\text{Cal}}{+5,30}$; acide étendu $+12,48$.

» La première valeur est voisine de la chaleur d'hydratation de l'anhydride acétique ($C^4H^3O^3 + HO = C^4H^4O^4$ dégage + 6,4), et même un peu inférieure; mais la seconde est bien plus considérable; aussi l'action de l'anhydride azotique liquide sur l'eau est-elle extrêmement violente.

» 3° *Vaporisation.* — AzO^5 gaz changé en liquide dégage + 2,42; en solide + 6,56.

» J'ai déterminé cette quantité en faisant passer dans l'eau de l'air chargé de vapeur azotique à + 43 degrés: la décomposition de l'anhydride en acide hypoazotique et oxygène n'est pas sensible dans ces conditions. Le calcul se fait avec les données précédentes. La chaleur de vaporisation de l'anhydride azotique (en admettant $AzO^5 = 2$ volumes) est à peu près celle de l'acide hypoazotique (+ 2,20 sous le même volume) ou du protoxyde d'azote (+ 2,21 d'après M. Favre). D'où je conclus :

$Az + O^5 = AzO^5$ gaz absorbe : —22,6; liquide : —20,2; cristallisé : —16,1.
$Az + O^5 + HO = AzO^5HO$ pur : —14,9; étendu : — 7,7.
$Az + O^6 + H = AzO^6H$ pur : +19,6; étendu : +26,8.

» Cette dernière réaction dégage de la chaleur : aussi peut-elle avoir lieu à la rigueur directement, comme on l'observe lors de la combustion de l'hydrogène dans l'air. La transformation de l'ammoniaque et de l'oxygène en acide azotique sous l'influence de la mousse de platine

$AzH^3 + O^8 = AzO^6H$ (étendu) + 2HO dégage à froid . . . . +70^C.

» A l'état de vapeur, la chaleur dégagée sera moindre, mais toujours considérable. Les métamorphoses inverses des oxydes de l'azote en ammoniaque par l'hydrogène, observées par M. Kuhlmann, seraient encore plus faciles à expliquer, puisque les oxydes de l'azote fournissent plus de chaleur que l'oxygène libre dans les réactions.

» 6. *Tableau de la formation thermique des oxydes de l'azote* :

		—9,0
$Az + O = AzO$ gaz	— 9,0	
		—34,4
$Az + O^2 = AzO^2$ gaz	—43,4	
		+11,0
$Az + O^3 = AzO^3$ gaz	—32,4	
		+ 8,1
$Az + O^4 = AzO^4$ gaz	—24,3	
		+ 1,7
$Az + O^5 = AzO^5$ gaz	—22,6	

» On voit que la formation progressive des oxydes de l'azote suit une marche singulière : elle absorbe d'abord une quantité de chaleur croissant pour les deux premiers termes; puis elle dégage de plus en plus de chaleur pour les trois derniers, tous ces corps étant pris d'ailleurs sous la forme gazeuse, la seule qui soit réellement comparable. Le composé le

plus stable, je veux dire l'acide hypoazotique, ne répond ni au maximum ni au minimum de la chaleur absorbée. Enfin il n'existe aucune relation (1) numérique simple entre les quantités de chaleur mises en jeu.

» Le fait le plus général qui résulte du tableau précédent, c'est que la formation de tous les oxydes de l'azote depuis leurs éléments gazeux *absorbe* de la chaleur; leur décomposition doit donc en dégager. Cependant, en fait, aucun d'eux n'est explosif; mais le bioxyde d'azote, formé avec la plus grande absorption de chaleur, se décompose en ses éléments avec facilité, comme je l'ai établi récemment. La chaleur absorbée dans sa formation, — 43,4 n'est pas éloignée du cyanogène (— 41 pour C^2Az), ou de l'acétylène (— 53 pour C^4H^2), ces trois corps offrant une aptitude à la combinaison comparable à celle des radicaux simples.

» Aussi s'explique-t-on pourquoi la formation des oxydes de l'azote n'a jamais lieu directement; mais qu'elle exige le concours d'une énergie étrangère, celle de l'électricité ou d'une action chimique simultanée.

» 7. On s'explique encore par là la grande énergie des mélanges et des combinaisons détonantes, formés par les composés oxygénés de l'azote. La force de la poudre et des matières explosibles dépend à la fois du volume des gaz produits par la combustion et de leur température, c'est-à-dire de la chaleur dégagée. Or cette dernière n'a pu être évaluée jusqu'ici que d'une manière provisoire, à cause de l'imperfection des données existantes. Les expériences présentes fourniront des données plus exactes :

$Az + O^6 + K = AzO^6K$	solide dégage.		+ 92,8
$Az + O^6 + Na = AzO^6Na$	»	»	+ 85,6
$Az + O^6 + Ag = AzO^6Ag$	»	»	+ 11,5
$Az + O^6 + H^4 = AzO^6Am$	»	»	+ 80,7
$Az + O^6 + H = AzO^6H$	»	»	+ 19,6

(1) En dehors d'un état identique pour tous les corps réagissants, ou du moins pour les corps parallèles, tel que l'état gazeux ou l'état solide, on ne saurait chercher de *constante numérique commune* aux réactions thermiques; en effet, les quantités de chaleur changent avec l'état physique et la nature chimique des composés parallèles. Par exemple :

			Différence.
AzO^3 gaz + $O^2 = AzO^5$	gaz dégage	+ 9,8	+ 8,4
AzO^3 dissous + $O^2 = AzO^5$	dissous	+ 18,2	
AzO^4Ba solide + $O^2 = AzO^6Ba$ solide		+ 23,3	— 1,8
AzO^4Ba dissous + $O^2 = AzO^6Ba$ dissous		+ 21,5	
AzO^4Ag solide + $O^2 = AzO^6Ag$ solide		+ 17,0	+ 3,1
AzO^4Ag dissous + $O^2 = AzO^6Ag$ dissous		+ 20,1	

Les rapprochements que M. Thomsen avait cru pouvoir faire à cet égard, en comparant des corps dont l'état physique et chimique n'est pas le même, sont donc illusoires.

» D'après ces nombres, les valeurs théoriques relatives à une même décomposition définie de la poudre et des autres matières explosives se trouvent accrues d'un tiers environ; leurs différences générales demeurant d'ailleurs à peu près les mêmes et, par suite, les conclusions que j'avais signalées quant à leur énergie relative. Les nouvelles valeurs que l'on obtient ainsi sont en conformité avec les expériences récentes de MM. Roux et Sarrau, et de Tromenec; par exemple, ces savants ont trouvé $+ 807^{\text{Cal}}$ et $+ 891$ pour 1 kilogramme de diverses poudres de chasse, au lieu de $+ 619$, donné par M. Bunsen. Or l'équation théorique que j'ai présentée à la page 91 de mon Ouvrage *Sur la force de la poudre* (2e édition; 1872), calculée avec les données du présent Mémoire, répond à $+ 860^{\text{Cal}}$. De même, pour la nitroglycérine, MM. Roux et Sarrau ont trouvé 1720^{Cal}. La valeur théorique, d'après les données actuelles, est environ $+ 1900^{\text{Cal}}$. Les nouveaux nombres s'accordent avec les expériences des auteurs autant qu'on peut l'espérer dans des vérifications de cette nature.

» Si j'insiste sur ce point, c'est qu'à mon avis les applications des matières explosives, aussi bien que toutes celles de l'industrie humaine, ont besoin d'être dirigées par des notions théoriques. Il convient de s'élever au-dessus de l'empirisme si l'on veut obtenir les résultats les plus favorables. C'est ainsi que la poudre de mine, si longtemps en possession exclusive des applications, tend à être aujourd'hui remplacée par la dynamite dans la plupart de ses usages. Or cette substitution est encouragée et réglée par la théorie. En effet, celle-ci nous apprend que la poudre de mine, aussi bien que la poudre de guerre, est loin d'utiliser de la façon la plus convenable l'énergie comburante de l'acide azotique. Dans la combustion de la poudre, les produits formés ne sont ni les plus oxydés, ni ceux qui dégageraient le plus de chaleur par une proportion convenable des divers ingrédients, attendu que le maximum de chaleur que pourrait développer un poids connu de salpêtre agissant sur le soufre et le charbon ne répond point au volume maximum des gaz dégagés. Entre ces deux données du problème, l'empirisme a conduit à adopter une sorte de compromis, qui est notre poudre traditionnelle. Mais il serait bien préférable de disposer d'une matière telle, que le maximum des deux effets s'y rencontrât pour les mêmes proportions.

» Ce n'est pas tout. La formation de l'azotate de potasse lui-même répond à des affinités très-puissantes et donne lieu à un dégagement de chaleur plus considérable et par conséquent à une déperdition d'énergie plus grande qu'aucune des autres combinaisons dérivées de l'acide azotique. La théo-

rie indique donc que le salpêtre est un agent de combustion peu favorable; elle explique par là la supériorité des composés organiques dérivés de l'acide nitrique et spécialement des éthers azotiques, tels que la nitroglycérine, dans la formation desquels mes expériences ont montré un dégagement de chaleur bien moindre, c'est-à-dire une conservation d'énergie plus considérable. L'énergie introduite dans un composé explosif, formé par un même poids d'acide azotique, est double dans la nitroglycérine que dans la poudre de guerre. Aussi s'explique-t-on aisément l'abandon de la poudre de mine. Peut-être en sera-t-il prochainement de même de la poudre de guerre, si la pratique, guidée par les théories nouvelles, réussit à découvrir des composés nitrogénés plus actifs que la poudre, sans cesser de satisfaire aux conditions multiples que réclame son emploi dans les armes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Petit*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 42,

M. Huggins obtient.	38 suffrages.
M. Stéphan.	2 »
M. Newcomb.	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Huggins**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de feu M. *Valz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Newcomb obtient.	46 suffrages.
M. Stéphan	1 »

Il y a deux bulletins nuls.

M. **Newcomb**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTALLURGIE. — *Sur la découverte d'un gisement de bismuth en France.* Note de M. **Ad. Carnot.**

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Daubrée.)

« Le bismuth est l'un des métaux les plus rares parmi ceux que nous utilisons. Ses minerais n'ont été rencontrés que dans un petit nombre de localités à l'étranger; on n'avait pas jusqu'à présent signalé leur existence sur le sol français. La Saxe a eu pendant longtemps le monopole à peu près exclusif de leur exploitation. Aussi le prix du métal a-t-il été, à diverses époques, soumis à des fluctuations énormes; après avoir valu 11 francs, il s'éleva, en 1869, jusqu'à 55 francs le kilogramme; il fut, pendant la guerre de 1870, presque inabordable, même pour les usages médicaux. Le retour de semblables crises est sans doute moins à redouter aujourd'hui, grâce à la mise en exploitation de mines de bismuth dans l'Amérique du Sud (Bolivie); mais le danger serait bien plus sûrement écarté, si notre pays lui-même venait à prendre sa part dans la production du métal. C'est avec l'espérance d'un résultat si désirable, que je viens annoncer à l'Académie la découverte d'un gisement de bismuth dans le centre de la France.

» Il ne me semble pas utile de faire connaître ici les circonstances de cette découverte, ni la part qu'il m'a été donnée d'y prendre avec M. Veny, conducteur des Ponts et Chaussées dans la Corrèze. Je me bornerai à dire que des travaux de recherches, entrepris en 1867 sur un affleurement quartzeux, où l'on ne trouvait au début que du wolfram, du mispickel et quelques minéraux arséniatés et phosphatés, aboutirent, au bout de deux ans, à la découverte de minerais de bismuth. M. Valenciennes, directeur de l'usine de la Pharmacie centrale à Saint-Denis, eut le premier occasion de recevoir quelques échantillons de ces minerais et d'y constater la présence du métal. Depuis ce temps, les recherches ont eu à subir diverses interruptions; mais elles ont toujours été reprises avec persévérance et non sans quelque succès.

» Le gîte est situé près de Meymac (Corrèze) au sud et sur l'une des ramifications de la chaîne granitique qui sépare les bassins de la Vienne et de la Creuse de celui de la Dordogne et de ses affluents. Le sol de la montagne où ont été commencés les travaux est formé d'un granite porphyroïde,

à mica noir et à grands cristaux de feldspath, renfermant des nids de tourmaline radiée, granite peu solide et profondément raviné par les eaux. Le filon quartzeux qui renferme les minerais apparaît au travers d'une roche granitoïde à grain fin, à mica blanc, devenant par places verdâtre et onctueuse au toucher.

» De nombreuses espèces minérales ont été rencontrées dans les affleurements de ce filon ; quelques-unes d'entre elles diffèrent sensiblement, par leurs caractères extérieurs et par leur composition chimique, des espèces précédemment connues et mériteront, à ce titre, une description spéciale; sans m'y arrêter en ce moment, j'indiquerai au moins la nature de ces minéraux, dont l'association me paraît intéressante.

» Le *wolfram* s'est présenté en masses importantes dans les parties supérieures du filon; il a peu à peu fait place à du *tungstate de chaux* et à de l'*acide tungstique hydraté*, provenant de la décomposition de celui-ci. Le *bismuth* a été trouvé sous différents états chimiques, notamment sous celui de métal *natif*, de *bismuth sulfuré* et de *bismuth oxydé* ou *hydrocarbonaté*. Ces minerais sont accompagnés de *mispickel* en abondance et aussi de *pyrite martiale* et d'*oxyde de fer hydraté*. J'ai enfin recueilli, avec les espèces précédentes, quelques minéraux du *plomb* : le *carbonate*, le *sulfate*, le *chlorophosphate* et le *molybdate*.

» J'indiquerai maintenant, en peu de mots, le mode de traitement qui a été suivi pour l'extraction du bismuth.

» De tous les minéraux du bismuth, l'oxyde ou hydrocarbonate est le seul qui ait été trouvé en quantité un peu considérable dans les travaux exécutés jusqu'à présent, à peu de distance de la surface du sol. Il résulte, sans aucun doute, de l'altération du sulfure, et c'est cette dernière espèce de minerai que l'on doit s'attendre à rencontrer, en proportion dominante, à une plus grande profondeur; mais il ne pouvait être question tout d'abord que de l'utilisation du minerai oxydé.

» L'analyse fait reconnaître dans ce minerai la présence d'une faible quantité d'arsenic, d'antimoine, de plomb, de fer et de chaux; il est, en outre, mêlé de gangues pierreuses, quartz et silicates divers. Après quelques expériences de laboratoire, j'ai cru devoir renoncer entièrement aux procédés de réduction directe par voie sèche, comme donnant lieu à des pertes beaucoup trop grandes, et je me suis arrêté à la méthode suivante.

» On attaque par l'acide chlorhydrique le minerai cassé au marteau et réduit en sable très-grossier. Le résidu inattaqué est soumis à une seconde, puis à une troisième opération semblable, d'où il sort complétement

épuisé. Dans la marche régulière du traitement, l'acide est employé d'abord à cette dernière attaque, puis à la seconde, et enfin à la première sur le minerai brut. On favorise son action en remuant la matière avec une spatule de bois et en chauffant très-doucement dans des vases de terre. Il arrive à être presque saturé par les oxydes métalliques qu'il dissout, tandis que, de l'autre côté, après cet épuisement méthodique, le résidu à rejeter ne renferme plus une proportion appréciable de bismuth, ni sous la forme d'oxyde inattaqué, ni sous celle de solution retenue entre les fragments du sable stérile.

» On filtre la liqueur de chlorure, qui est à peine légèrement acide, puis on y introduit des barreaux de fer qui précipitent la totalité du bismuth à l'état de poudre noire et pesante. On le sépare de la solution, chargée de sels de fer, sans laisser à ceux-ci le temps de se peroxyder par l'action de l'air ni de produire un dépôt. On le lave avec de l'eau pure, on le reçoit et on le comprime dans un linge sous forme de boudins, qu'on sèche rapidement dans une étuve, afin d'éviter que le métal humide et très-divisé, tel qu'il est obtenu par précipitation, subisse une oxydation notable.

» La poudre sèche est ensuite très-fortement tassée dans un creuset de plombagine, qu'on achève de remplir avec du charbon grossièrement pilé; puis on chauffe progressivement le creuset fermé dans un four de calcination pendant trois quarts d'heure, sans dépasser le rouge, pour ne pas produire une volatilisation sensible du métal. Le bismuth fondu est alors coulé dans un moule, où il se prend en lingots, qui peuvent être livrés au commerce.

» Le métal, ainsi obtenu, retient une très-faible quantité de plomb, d'arsenic et d'antimoine. On achève de le purifier par les procédés ordinaires, lorsqu'il doit être employé à la préparation du sous-nitrate de bismuth pour la pharmacie.

» Ce mode de traitement, qui s'éloigne beaucoup des procédés suivis ailleurs pour l'extraction du bismuth, m'a paru bien approprié à la nature actuelle du minerai et en même temps aux conditions particulières de son exploitation. Il est fort économique, et surtout il ne laisse perdre aucune partie du métal précieux, tandis que les opérations de voie sèche donneraient lieu à des pertes importantes sur un métal si facilement volatil et qui passe si aisément dans les scories à l'état d'oxyde et de silicate. Il fournit un métal assez pur et permet ainsi d'atténuer les dépenses et les pertes dans la purification qui doit suivre. Il n'a d'ailleurs exigé que des

frais minimes d'installation, au voisinage de la mine, et un court apprentissage de la part des personnes qui devaient le mettre en œuvre. Appliqué aux minerais oxydés de Meymac, depuis qu'ils ont été trouvés en quantité suffisante pour que l'on pût songer à leur utilisation, ce traitement a fourni jusqu'à présent environ 250 kilogrammes de bismuth métallique, qui a été, pour la plus grande partie, expédié à la Pharmacie centrale de France et employé à la fabrication de sous-nitrate. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, considérée dans ses rapports avec les affinités naturelles (classe des Caryophyllinées).* Note de **M. Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Je résume ci-après, au point de vue des affinités organiques ou de la méthode naturelle, les enseignements qui ressortent de mes observations sur l'organogénie de l'androcée dans la classe des Caryophyllinées.

» I. M. A. Brongniart a réuni dans la classe des Caryophyllinées un assez grand nombre de familles dialypétales et apétales à albumen farineux central; dans cette classe sont groupées, autour des Caryophyllées proprement dites (Silénées et Alsinées) et de leur annexe, les Paronychiées, les Chénopodées (et Basellées), les Amarantacées, les Phytolaccées, les Portulacées et (?) les Nyctaginées. Pour Endlicher, les Caryophyllinées comprennent avec les Caryophyllées (auxquelles sont réunies les Paronychiées), les Phytolaccées et les Portulacées, plus les Mésembryanthémées que je montrerai ne pouvoir, en raison d'un caractère organogénique très-exceptionnel, être séparées des Cactées. Lindley, enfin, place dans son alliance des *Silenales*, avec les Caryophyllées et les Portulacées, les Polygonées, qui ont bien tous les caractères d'une classe distincte.

» Le type de la classe doit être pris dans les Silénées, groupe moins semblable que les Alsinées aux Paronychiées. Or, qu'on assiste à la formation de l'androcée des *Dianthus*, *Gypsophila*, *Saponaria*, ou à celui des *Cucubalus*, *Lychnis* et *Silene*, on verra le premier verticille d'étamines qui apparaîtra se placer devant les sépales, tandis que le second se produira devant les pétales et sur un cercle nettement plus extérieur que le verticille premier-né.

» Le *Cucubalus baccifer* a présenté cette particularité, que les pétales apparaissent seulement après les étamines qui leur seront opposées, fait observé par M. Duchartre chez diverses plantes (Caryophyllées, etc.), et qui

le conduisit à regarder ces pétales comme provenant du dédoublement des étamines superposées, avec lesquelles ils formeraient ce qu'il nomma le *système corollin.*

» Beaucoup d'Alsinées (*Arenaria*, *Honkeneja*, *Stellaria*, *Cerastium*, *Malachium*) forment leurs deux verticilles d'étamines d'après le même mode centrifuge, et aussi complétement que les Silénées; mais il n'en est pas de même du *Cerastium semidecandrum* et du *Spergula Morisonii* (sans doute, aussi, du *Spergula pentandra* et de quelques *Spergularia*), espèces qui, le plus souvent, ne donnent naissance qu'au verticille opposé aux sépales, premier-né chez les Alsinées diplostémones. J'ai vu, toutefois, les fleurs d'un pied vigoureux et cultivé de *Sagina Morisonii* former d'abord deux verticilles, puis perdre bientôt les rudiments des étamines opposées aux pétales, fait qui rappelle celui offert par le *Gratiola*, accidentellement par quelques Verbénacées (*Verbena Aubletia*) et Labiées, en ce qui concerne l'étamine postérieure.

» L'avortenent du verticille oppositipétale et dernier-né, très-rare dans les Silénées (vu par M. Payer dans le *Drypis*), mais assez fréquent dans les Alsinées, devient la règle chez les Paronychiées (*Corrigiola*, *Illecebrum*, *Telephium*, *Herniaria* communément), où parfois l'avortement des pétales accompagne celui des étamines superposées. La non-production des pétales dans quelques Paronychiées et *Sagina* est-elle autre chose que le dernier terme du retard d'évolution signalé par M. Duchartre dans plusieurs Caryophyllées, et que j'ai observé dans le *Cucubalus*?

» En résumé, le type dyplostémone, à évolution centrifuge avec verticille opposé aux sépales plus interne que le verticille opposé aux sépales (type que j'ai autrefois désigné sous le nom de type *obdiplostémone*, pour l'opposer à celui des Monocotylédones et des Légumineuses) est bien l'attribut des Silénées (1); il s'altère assez fréquemment dans les Alsinées pour se réduire, chez les Paronychiées, au verticille oppositisépale, parfois même incomplet ou altéré dans son évolution.

» II. Les Chénopodées (*Atriplex*, *Beta*, *Chenopodium*, *Spinacia*) ont l'androcée toujours réduit au verticille opposé aux sépales (parfois même incomplet); jamais n'apparaissent chez elles ni le verticille staminal alterne à ceux-ci, ni les pétales : ces deux verticilles, superposés dans les Silénées et les Alsinées, sont ici frappés à la fois d'avortement congénital. Les Ché-

---

(1) M. Payer a signalé dans le *Drypis* l'avortement congénital du verticille opposé aux pétales.

nopodées apparaissent donc comme des Paronychiées toujours apétales et se rattachent par celles-ci aux vraies Caryophyllées, dont il parut d'abord hardi de les rapprocher. C'est encore le type caryophyllé, mais avec des dégénérescences, qu'on suit par les Alsinées et les Paronychiées.

» L'organogénie des Amarantacées (*Celosia*, *Chamissoa*, *Gomphrena*) ne diffère pas au fond, quant à l'androcée, de celle des Chénopodées. Assez souvent, comme dans celles-ci, quelques étamines sont frappées d'avortement congénital (*Amarantus*, réduit à trois étamines); mais un fait intéressant suit dans quelques genres, quoique d'assez loin, la production des étamines : je veux parler de l'apparition, dans l'*Alternanthera*, l'*Achyranthes* et le *Telanthera*, de cinq squamules alternes aux étamines et placées sur un rang plus externe. Ces appendices représentent-ils le verticille staminal externe des Alsinées ou les pétales des Paronychiées? Dans l'une et l'autre hypothèse (j'incline vers l'origine pétalaire), ces squamules, qui, chez les Chénopodées, se montrent dans le petit groupe des Anabasées, sont un lien entre ces familles.

» III. Avec les Phytolaccées on quitte les vraies Caryophyllinées. Parfois polystémones (*Seguieria*), les Phytolaccées ont ordinairement leurs étamines sur un ou deux rangs. Si le verticille est unique, ses parties sont alternes aux sépales; s'il y en a deux, le second (souvent incomplet) se superpose aux sépales et se place (ceci est à noter comme opposition aux Caryophyllées) à l'*intérieur* du verticille premier-né. Souvent à la place d'une étamine s'en produisent deux, quelquefois trois ou plus. Le *Gieseckia* a tantôt cinq étamines solitaires, tantôt dix étamines par couples ou quinze étamines par groupes de trois.

» Ordinairement les étamines d'un verticille naissent ici à la fois; mais, dans le *Petiveria*, qui a souvent quatre étamines, parfois huit par addition d'un deuxième verticille, celles-là seules naissent en trois fois (d'avant en arrière). Des avortements partiels, atteignant le second verticille, donnent les fleurs à sept ou huit étamines du *Lymeum*, qui a cinq sépales. Quant aux *Phytolacca decandra* et *icosandra*, parfois réduits, le premier de cinq à neuf, celui-ci de quinze à dix-huit étamines, c'est qu'alors ils présentent des étamines solitaires là où d'ordinaire elles sont par couples.

» Les Phytolaccées diffèrent, en somme, des Caryophyllinées vraies, parce que le verticille staminal, unique, est alterne aux sépales au lieu de lui être superposé; parce que, si les verticilles sont multiples, ils naissent dans l'ordre centripète.

» IV. L'anthogénie (et l'embryogénie) des Nyctaginées a été (en 1848)

l'objet d'un travail considérable de M. Duchartre; elle fut, postérieurement, comprise par M. Payer dans son grand ouvrage. Mes recherches ont pu comprendre, en ce qui concerne l'androcée, quelques genres autres que ceux déjà observés.

» Lorsque, ce qui se présente dans les *Mirabilis, Abronia, Allionia* et *Colignona*, les étamines sont en même nombre que les sépales, elles alternent avec eux, ce qui fixe leur type, semblable à celui des Phytolaccées, contraire à celui des Chénopodées, dont on les rapprochait surtout. Comme l'avait vu M. Duchartre et, après lui, M. Payer, ces étamines naissent à la fois. Si, comme dans le *Bugainvillea* et le *Nevea*, deux ou trois étamines s'ajoutent à celles du verticille isostémone, elles naissent après elles comme sur le même cercle (un peu intérieurement m'a-t-il paru) et s'intercalent entre les premières-nées qu'elles dérangent de leur position première, ainsi que l'a observé M. Duchartre. Dans l'*Okenia*, qui a de quinze à dix-huit étamines, on constate que les plus courtes sont, en général, les plus intérieures. Les étamines peuvent être réduites, par des avortements, à quatre (*Boerhaavia*), à trois (*Oxybaphus*), à deux (*Reichenbachia*), ou même à une (quelques fleurs de *Boerhaavia*); mais, comme le faisait prévoir la simultanéité d'apparition des éléments dans les androcées isostémones, le sens de ces avortements varie avec chaque groupe générique.

» Au résumé, la position alternisépale des étamines, quand l'androcée est isostémone, et l'évolution centripète (?) des éléments de cet androcée, quand des étamines s'ajoutent à celles du verticille premier-né, me paraissent jeter quelque jour sur les affinités, de l'aveu de tous, obscures des Nyctaginées.

» V. Les Portulacées sont un groupe dont le type floral reste pour moi encore obscur, malgré de nombreuses observations qui devront être reprises et étendues. La plupart des botanistes disent que leurs étamines, quand elles sont en verticille simple, alternent avec les sépales (ce qui les rapprocherait des Phytolaccées); mais j'ai reconnu, avec M. Payer, qu'elles sont opposées à ceux-ci dans le *Portulaca oleracea*. La difficulté de fixer ce qui appartient aux sépales et aux pétales ajoute ici aux difficultés : aussi déclaré-je humblement ne pouvoir me prononcer sur le point de savoir si la famille (dans laquelle des coupes devront sans doute être faites) appartient dans son ensemble aux vraies Caryophyllinées, ou doit être mise à la suite des Phytolaccées. L'ordre, souvent successif, de production des étamines et la disposition, par couples, que présentent celles-ci, les rap-

prochent des dernières, mais peuvent aussi les relier aux premières par le *Scleranthus*.

» VI. Quoi qu'il en soit des Portulacées, on doit reconnaître, dans la grande classe des Caryophyllinées, deux types, indiquant deux sous-classes : les Caryophyllinées proprement dites, comprenant les Silénées, Alsinées, Paronychiées, Chénopodées et Amarantacées ; les Phytolaccinées, formées des Phytolaccées, des Nyctaginées (?) et de celles des Portulacées qui seraient reconnues avoir réellement les étamines alternisépales, les autres (*Portulaca*) devant être reportées vers les Chénopodées et Paronychiées. »

M. H. de Kerikuff adresse une Note relative à l'observation des divers contacts, dans les passages de Vénus sur le Soleil.

(Renvoi à la Commission des Passages de Vénus.)

Mme d'Elhon adresse diverses observations relatives aux propriétés lactigènes du sirop de *Galega*.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. T. Héna adresse une nouvelle Note concernant les terrains de transport des Côtes-du-Nord.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Pagani adresse une nouvelle Note concernant la préparation dont il a indiqué l'emploi pour la destruction du Phylloxera (1).

M. L. Ducasse adresse une nouvelle Note relative à son engrais insecticide contre le Phylloxera.

M. J. Canat adresse une Note concernant un projet de destruction du Phylloxera par des décharges électriques.

Ces trois Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

---

(1) La préparation indiquée par l'auteur consiste en un mélange contenant, pour 100 litres d'eau : 2 kilogrammes de sulfate de cuivre, 2 kilogrammes de chlorure de sodium, 1 kilogramme de nitre, 2 kilogrammes d'aloès et $0^{kg},250$ d'*Assa fœtida*. Le prix de revient serait de $6^{fr},60$ pour les quantités ci-dessus.

M. A. **Brachet** adresse des Recherches sur le chauffage des wagons et sur diverses questions d'Optique.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. **Mathey** adresse une nouvelle Note sur l'emploi de la force du vent, comme auxiliaire, dans les machines à vapeur.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Delsaux** adresse une Note relative à la direction des ballons.

M. A. **Ardisson** adresse une Note relative à la direction des aérostats et à l'emploi d'un nouveau propulseur.

Ces deux Communications sont renvoyées à la Commission des Aérostats.

M. **Fauvereaux** adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision déjà ancienne, l'Académie considère comme non avenues toutes les Communications relatives à ce sujet.

CORRESPONDANCE.

M. **Germain de Saint-Pierre** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la chaire de Botanique rurale, qui vient d'être rétablie au Muséum d'Histoire naturelle.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** donne connaissance à l'Académie d'une Lettre qui lui est adressée par M. *Gazan*, au sujet d'un Mémoire qu'il a récemment publié, sur la constitution physique du Soleil, la formation et la disparition des taches. (Ce Mémoire est mentionné au Bulletin bibliographique du 24 novembre 1873, t. LXXVII, p. 1252.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Propriétés géométriques des fractions rationnelles.* Note de M. F. LUCAS (*), présentée par M. Resal.

« *Trajectoires infinitésimales.* — Reprenons la transformation définie par la fraction (1)

$$\frac{f(z)}{F(z)} = \lambda,$$

et désignons la dérivée de cette fraction par H.

» Si λ reçoit un accroissement infinitésimal ε, z prend un accroissement correspondant u, et l'on a généralement

$$(23) \qquad Hu = \varepsilon.$$

Par conséquent : *Si le point directeur décrit un contour fermé infinitésimal, les points du groupe correspondant décrivent en général des contours exactement semblables.*

» Cet énoncé cesse d'être exact si le point directeur se meut autour d'un point I, auquel correspond un groupe contenant un point double J. Dans ce cas particulier, la dérivée H s'annule pour la coordonnée du point J; en désignant par K la dérivée seconde, on a

$$(24) \qquad Ku^2 = \varepsilon.$$

» A chaque position L du point directeur dans l'extrême voisinage de I correspondent, dans le voisinage de J, deux points symétriques M_1 et M_2. Le segment M_1M_2 est proportionnel à la racine carrée du rayon vecteur IL; si ce dernier tourne d'un angle ω autour du point I, la droite M_1M_2 tourne d'un angle $\frac{\omega}{2}$ autour du point J.

» Si L décrit, autour de I, un contour fermé infinitésimal, la droite M_1M_2 tourne de l'angle π autour de son milieu J, et reprend finalement sa longueur primitive; il en résulte une *permutation* des positions initiales des points M_1 et M_2.

» *Trajectoires finies.* — Si L passe par I en décrivant un élément rectiligne, chacun des points M_1 et M_2 décrit successivement deux éléments rectilignes perpendiculaires entre eux. On obtient par conséquent en J deux points *saillants* ou *anguleux*, symétriques relativement à ce point et dont la réunion forme un point *multiple*.

« Si l'on fait décrire au point L une circonférence finie passant par I, deux

(*) Voir *Comptes rendus*, séance du 12 janvier 1874, p. 140 de ce volume.

branches de la cyclide correspondante se soudent, pour ainsi dire, en J, de manière à constituer ensemble une seule branche à nœud rectangulaire.

» Si L décrit successivement deux circonférences C et D passant par I et s'y coupant orthogonalement, les deux cyclides correspondantes Γ et Δ présentent chacune en J un nœud rectangulaire, et ces deux nœuds sont *bissecteurs* l'un de l'autre.

» Deux groupes (M') et (M''), correspondant respectivement à deux positions quelconques L' et L'' du point directeur, ne peuvent avoir aucun point commun. Si, en effet, ces deux groupes avaient un point commun, dont on pourrait désigner la coordonnée par ζ, les deux polynômes $\varphi(z)$ et $\psi(z)$ admettraient le facteur commun $(z-\zeta)$; il en serait de même des deux polynômes $f(z)$ et $F(z)$, en sorte que la fraction rationnelle (1) ne serait pas irréductible, comme nous l'avons formellement supposé. Par conséquent : *Si le point directeur décrit une courbe quelconque, les trajectoires respectives des divers points du groupe correspondant ne se coupent jamais entre elles.* Lorsque la trajectoire de L passe par I, les points saillants ou *becs* des deux trajectoires M' et M'' se rapprochent du point J plus près qu'à toute distance assignable, mais sans y passer rigoureusement; il y a, pour ainsi dire, *asymptotisme* vers ce point double.

» *Disposition rectiligne de deux groupes.* — Examinons le cas particulier où les points des deux groupes (M') et (M'') se trouveraient distribués sur une même droite XY. Chaque point M de cette droite satisfait évidemment à la relation

$$\text{tang}(M'_1 M M''_1 + M'_2 M M''_2 + \ldots + M'_p M M''_p) = 0; \tag{25}$$

par conséquent, la droite XY appartient tout entière à une cyclide Δ, transformée de la droite L'L''.

» Prenons XY pour axe des x et une perpendiculaire à cette droite pour axe des y.

» Lorsqu'on parcourt XY dans le sens positif, les points du groupe (M') se présentent successivement dans un ordre auquel nous pouvons supposer que les indices 1, 2,..., p correspondent; désignons par $a_1, a_2, \ldots, a_p$ les abscisses de ces points. De même les points du groupe (M'') se présentent successivement avec des abscisses $b_1, b_2, \ldots, b_p$.

» Cela posé, on obtiendra les *ombilics* des deux groupes en déterminant z, de manière à rendre *maximum* ou *minimum* la fraction

$$\frac{(z-a_1)(z-a_2)\ldots(z-a_p)}{(z-b_1)(z-b_2)\ldots(z-b_p)}. \tag{26}$$

» On reconnaît aisément que tous ces *maximum* et *minimum* correspondent à des valeurs *réelles* de z, soit *si les segments* $M'_1 M'_p$ *et* $M''_1 M''_p$ *n'empiètent pas l'un sur l'autre*, soit encore *si l'un de ces segments est tout entier compris entre deux points consécutifs de l'autre groupe.*

» Dans ces deux cas, le système des ombilics est entièrement situé sur la droite XY.

» *Disposition circulaire.* — Les propriétés précédentes, relatives à la disposition *rectiligne* de deux groupes, se généralisent et s'étendent à la disposition *circulaire*.

» Il est d'abord évident que chaque point M de la circonférence satisfait à la relation

$$(27) \qquad \tang(M'_1 M M''_1 + M'_2 M M''_2 + \ldots + M'_p M M''_p) = \text{const.}$$

» Par conséquent : *Si deux groupes* (M') *et* (M'') *se trouvent distribués sur une même circonférence, cette circonférence appartient tout entière à une cyclide* Δ, *transformée d'une circonférence* D, *passant par les deux points* L' *et* L''.

» En second lieu, on peut, par une transformation rationnelle du premier degré, changer la droite XY, définie plus haut, en une circonférence, sans altérer les propriétés de la figure formée par les deux groupes (M'), (M'') et leurs ombilics. Par conséquent : *Si deux groupes* (M') *et* (M'') *appartiennent à une même circonférence et occupent respectivement deux arcs qui n'empiètent pas l'un sur l'autre, tous les ombilics de ces deux groupes sont situés sur cette circonférence.*

» Dans ce cas, les positions I du point directeur, auxquelles correspondent les $2(p-1)$ groupes dont ces ombilics sont les *points doubles*, se distribuent sur une circonférence, passant par les points L' et L''.

» Supposons que les deux groupes (M') et (M''), appartenant à une même circonférence, présentent une disposition telle que les droites

$$M'_1 M''_1, \quad M'_2 M''_2, \ldots, \quad M'_p M''_p$$

aillent toutes concourir en un même point S. De ce point, comme centre, décrivons une circonférence assujettie à couper orthogonalement celle qui passe par les deux groupes. Tout point N de cette nouvelle circonférence vérifiera la relation

$$(28) \qquad \frac{NM'_1 . NM'_2 \ldots NM'_p}{NM''_1 . NM''_2 \ldots NM''_p} = \text{const.}$$

Par conséquent *cette circonférence appartient tout entière à une cyclide* Γ.

Cette cyclide est la transformée d'une circonférence C dont le centre est situé sur la droite L'L'' et qui détermine, par ses intersections avec cette droite, un segment harmonique avec L'L''. »

ALGÈBRE. — *Détermination, à l'aide du principe de correspondance, du nombre des solutions d'un système de n équations algébriques à n inconnues.* Note de M. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« I. Il y a quelques mois, M. Chasles a communiqué à l'Académie (1) une méthode fort simple, fondée sur son principe de correspondance, pour déterminer le nombre des points d'intersection de deux courbes algébriques, qui se trouvent à distance finie, ou, ce qui revient au même, le nombre des solutions d'un système de deux équations algébriques à deux inconnues. A l'aide de cette méthode, il est parvenu non-seulement à démontrer, pour ce cas spécial, le théorème connu sous le nom de *théorème de Bezout*, mais encore à donner l'expression complète du nombre des solutions d'un système de deux équations, expression dont une limite supérieure avait été déterminée par Euler (2), un premier terme correctif ajouté par Bezout (3), mais dont un terme correctif complémentaire restait à trouver.

» Dans le cas d'un système d'équations en nombre supérieur à deux, on ne connaissait que la limite supérieure du nombre des solutions, donnée par le théorème de Bezout. En suivant la marche tracée par M. Chasles, j'ai traité antérieurement, dans toute sa généralité, le cas de trois équations ou autrement dit de trois surfaces (4). Je me propose d'exposer brièvement dans cette Note la solution complète du problème pour le cas d'un système d'un nombre quelconque d'équations.

» II. Je démontrerai d'abord le théorème de Bezout qui consiste en ce que :

THÉORÈME. — *Le nombre des solutions d'un système de n équations algébriques à pareil nombre d'inconnues est rigoureusement égal au produit des degrés de ces équations, lorsque celles-ci sont complètes et que leurs divers coefficients sont indépendants les uns des autres.*

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 736, et t. LXXVI, p. 126.

(2) *Mémoires de l'Académie de Berlin*, de 1748, p. 233-248.

(3) *Théorie générale des équations algébriques*, p. 45.

(4) *Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 120 et 258.

» Les démonstrations de ce théorème actuellement connues exigent des préliminaires analytiques assez étendus. La nouvelle démonstration que je propose se déduit au contraire immédiatement, au moyen du principe de correspondance, du théorème fondamental de la théorie des équations, d'après lequel *toute équation algébrique admet un nombre de racines marqué par son degré* (1).

» Je vais résumer cette démonstration en quelques mots.

» III. Soit

$$(1)\quad \begin{cases} f_1(x, y, z, \ldots, s, t) = 0, \\ f_2(x, y, z, \ldots, s, t) = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ f_n(x, y, z, \ldots, s, t) = 0 \end{cases}$$

un système de n équations algébriques à n inconnues $x, y, z, \ldots, s, t$, et de degrés respectivement égaux à $p_1, p_2, \ldots, p_n$. Suivant un mode de raisonnement souvent employé, je fais voir que, si le théorème à démontrer est vrai pour un système de $(n-1)$ équations, il le sera encore pour un système de n équations. Or, ce théorème étant vrai dans le cas d'une seule équation, ainsi que nous l'avons rappelé ci-dessus, on est dès lors en droit de conclure qu'il l'est également dans le cas d'un système d'un nombre quelconque d'équations.

» Considérons le système formé des $(n-1)$ premières équations (1) et des suivantes :

$$(2)\quad \begin{cases} f_n(\xi, \eta, \zeta, \ldots, \sigma, \tau) = 0, \\ \dfrac{\xi + a}{x + a} = \dfrac{\eta + b}{y + b} = \dfrac{\zeta + c}{z + c} = \ldots = \dfrac{\sigma + g}{s + g} = \dfrac{\tau + h}{t + h} = \rho, \\ Ax + By + Cz + \ldots + Gs + Ht = l, \\ A\xi + B\eta + C\zeta + \ldots + G\sigma + H\tau = \lambda, \end{cases}$$

$a, b, c, \ldots, g, h, A, B, C, \ldots, G, H$ étant des coefficients quelconques; $\xi, \eta, \zeta, \ldots, \sigma, \tau, \rho, l, \lambda$ des variables qui, jointes à $x, y, z, \ldots, s, t$, forment un nombre total de $(2n+5)$ variables, liées entre elles par $(2n+2)$ équations, la première des équations (2) n'étant d'ailleurs que la $n^{ième}$ des équations (1), dans laquelle $\xi, \eta, \zeta, \ldots, \sigma, \tau$ remplacent respectivement $x, y, z, \ldots, s, t$.

» On voit immédiatement qu'à une valeur de l, choisie arbitrairement,

(1) Le principe de correspondance a d'ailleurs son origine dans ce même théorème.

correspondent, en vertu du système (2), un nombre de valeurs de λ égal à $p_1 p_2 \ldots p_n$. En désignant par π le nombre de valeurs de l qui correspondent réciproquement, en vertu des mêmes équations, à une valeur quelconque de λ, on peut dire que l et λ sont liés par une équation algébrique

$$(3) \qquad \varphi(l, \lambda) = 0,$$

d'un degré égal à $p_1 p_2 \ldots p_n$ par rapport à λ, et égal à π par rapport à l.

» Supposons qu'il existe dans cette équation un terme en $\lambda^{p_1 p_2 \ldots p_n} l^{\pi}$; en y faisant $l = \lambda$, on aura une équation en l ou λ d'un degré égal à $p_1 p_2 \ldots p_n + \pi$, admettant, par suite, un nombre de racines égal à $p_1 p_2 \ldots p_n + \pi$.

» A quelques-unes de ces valeurs de $l = \lambda$ correspondent, en vertu de (2), autant de systèmes de valeurs de $x = \xi$, $y = \eta$, $z = \zeta, \ldots$, $s = \sigma$, $t = \tau$, qui ne sont autres que les solutions du système (1). Mais à $\lambda = \mathrm{A}a + \mathrm{B}b + \mathrm{C}c + \ldots + \mathrm{G}g + \mathrm{H}h$ correspondent π valeurs de l égales à cette même quantité, sans que les conditions $x = \xi, y = \eta, z = \zeta, \ldots$, $s = \sigma$, $t = \tau$ soient remplies pour les systèmes des valeurs correspondantes de $x, y, z, \ldots, s, t, \xi, \eta, \zeta, \ldots, \sigma, \tau$. Restent $p_1 p_2 \ldots p_n$ valeurs égales de l et λ, auxquelles correspond le même nombre de systèmes de valeurs de $x, y, z, \ldots, s, t$, qui sont les solutions du système (1).

» IV. La démonstration précédente suppose que l'équation (3) contient un terme en $\lambda^{p_1 p_2 \ldots p_n} l^{\pi}$. On voit aisément qu'il en est ainsi tant qu'un certain déterminant, qui n'est autre que le résultant des équations (1) respectivement réduites à leurs termes du plus haut degré, n'est pas nul. Si ce déterminant est nul, les équations (1), réduites chacune à leurs termes du plus haut degré, et dans lesquelles on fait $t = 1$, admettent un certain nombre de solutions communes. En désignant ce nombre par Ω, et comptant d'ailleurs chaque solution commune avec son degré de multiplicité, on démontre aisément que le nombre des solutions de l'équation (1) est alors réduit à $p_1 p_2 \ldots p_n - \Omega$.

» Dans le cas où une ou plusieurs des inconnues $x, y, z, \ldots s, t$, entrant dans chacune des équations (1), a un degré inférieur à celui de l'équation, on peut mettre en évidence, dans Ω, un ou plusieurs termes qui viennent abaisser le nombre des solutions.

» C'est ce qu'indique le théorème suivant :

» Théorème. — *Si l'une quelconque des inconnues entre dans les équations* (1) *aux degrés* m_1, $m_2, \ldots m_n$, *respectivement moindres que* p_1, $p_2, \ldots, p_n$,

le nombre des solutions du système (1) *est diminué de* $(p_1 - m_1)(p_2 - m_2)\ldots(p_n - m_n)$.

» De sorte que, en désignant par ω le nombre des solutions communes au système des équations (1) réduites chacune à leurs termes du plus haut degré, après y avoir fait $t = 1$ et y avoir supprimé les puissances des inconnues qui s'y trouvent en facteur commun, on a, pour le nombre des solutions du système (1), l'expression

$$p_1 p_2 \ldots p_n - \Sigma [(p_1 - m_1)(p_2 - m_2)\ldots(p_n - m_n)] - \omega.$$

» V. J'ai été conduit, pour établir le théorème qui précède, à considérer un système d'équations, telles que (1), dans lesquelles manqueraient respectivement les termes de degrés inférieurs à $q_1, q_2, \ldots, q_n$, ces nombres étant d'ailleurs respectivement moindres que $p_1, p_2, \ldots, p_n$.

» On démontre aisément, en raisonnant toujours au moyen du système (2), que, dans cette hypothèse, le système (1) admet la solution $x = 0$, $y = 0$, $z = 0, \ldots$, $s = 0$, $t = 0$, avec un degré de multiplicité au moins égal à $q_1 q_2 \ldots q_n$.

» Les considérations qui précèdent permettent de déterminer le degré de l'équation finale résultant de l'élimination de toutes les inconnues moins une entre un certain nombre d'équations à pareil nombre d'inconnues. »

PHYSIQUE. — *Mouvement vibratoire d'un fil élastique, lié à un diapason.* Note de M. E. Gripon, présentée par M. Jamin.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXXV), je me suis occupé de l'étude théorique et expérimentale du mouvement d'un fil élastique, libre à une de ses extrémités et fixé par l'autre à un diapason. En appliquant à ce cas l'analyse d'Euler et de Poisson, en empruntant à M. Lissajous le moyen de simplifier les équations obtenues, je suis arrivé à une formule qui donne la place des nœuds sur le fil. Les nombreuses expériences que renferme mon Mémoire confirment l'exactitude de cette formule. M. Mercadier a retrouvé la même formule en suivant la même marche et a constaté de nouveau l'accord de la théorie et de l'expérience.

» Son calcul, comme le mien, ne représente pas cependant tous les états de vibration de la verge. Supposer, comme il le fait, qu'à l'état initial tous les points du fil sont sans vitesse; écrire, comme je l'ai fait, qu'ils sont alors en ligne droite, c'est ne traiter qu'un cas particulier. On trouve alors

un seul mouvement de la verge de même période que celui du diapason. Un pareil calcul appliqué au cas où le fil est tendu et vibre à la manière des cordes ne donne également qu'un seul mouvement synchrone avec celui du diapason. Mais si, comme l'a fait Duhamel, on laisse au calcul toute sa généralité, en ne faisant pas l'hypothèse particulière sur l'état initial, on trouve que la corde est le siége de deux mouvements : le mouvement synchrone d'une part, et de l'autre le mouvement, plus lent, que produirait la corde fixée à ses deux extrémités.

» J'ai trouvé que l'expérience vérifiait complétement la théorie de Duhamel, et que dans certaines circonstances on pouvait obtenir isolément les deux mouvements, passer de l'un à l'autre. Le mouvement propre a alors une durée et une régularité comparables à celles du mouvement synchrone.

» L'expérience montre qu'il en est de même pour les verges. Dans des circonstances particulières plus difficiles à définir et à retrouver que pour les cordes, mais qui se sont présentées souvent dans mes expériences, en particulier lorsque l'un des nœuds de la verge n'est pas très-éloigné du diapason, on obtient dans la verge le mouvement synchrone si les vibrations sont faibles, et le mouvement propre de la verge si elles ont plus d'amplitude. Le nombre des nœuds est alors moindre que dans le premier cas, le mouvement du fil est plus lent que celui du diapason, mais il est permanent et d'une parfaite régularité.

» La théorie doit retrouver ce second mouvement pour les verges comme pour les cordes.

» Voici quelques expériences nouvelles que j'ai faites avec des fils :

» On fixe au diapason un fil de verre étiré formant un tube capillaire à parois flexibles. Le fil est vertical et plonge dans l'eau par son extrémité inférieure; une colonne liquide se maintient dans le tube par capillarité. Lorsqu'on fait vibrer le tube, la colonne s'abaisse généralement si le fil est libre à son extrémité inférieure; elle s'élève au contraire s'il vibre à la manière des cordes.

» Dans le premier cas, le mouvement descendant ne se produit pas si l'extrémité de la colonne est dans le voisinage d'un ventre et si les vibrations sont faibles; dans le second, la colonne reste immobile si elle s'arrête à un nœud.

» Le déplacement de la colonne croît avec l'amplitude des vibrations, et, lorsqu'elle est très-grande, la colonne peut s'élever de 15 à 20 centimètres au-dessus de la hauteur normale. Dans ce mouvement ascendant,

le ménisque terminal est toujours arrêté par la présence d'un nœud sur la corde.

» L'expérience suivante conduit à l'explication de ces mouvements. On dispose le diapason de telle sorte que le tube soit horizontal; on y introduit alors une goutte de mercure : elle s'étale en une petite colonne de 1 à 5 millimètres de longueur. Lorsque le tube vibre, la colonne de mercure se met en marche et s'arrête à un ventre de vibration. Si l'on fixe un point convenable du tube pour changer la distribution des ventres et des nœuds, la colonne suit aussitôt le déplacement du ventre.

» L'expérience réussit également si le tube est vertical, si les vibrations du tube sont rigoureusement planes ou si, comme cela arrive souvent, les points du tube vibrant décrivent de petites ellipses.

» Supposons les vibrations planes et se faisant dans un plan vertical. La petite colonne de mercure peut être regardée comme une masse étrangère au tube, qui reçoit de lui une vitesse dans le sens vertical. Cette vitesse est maxima lorsque le tube est au milieu de son excursion. La vitesse du tube s'accroît alors, tandis que le mercure conserve, par inertie, la vitesse plus grande qui lui a été communiquée. Il presse alors sur les parois courbes du tube. Si l'on décompose cette vitesse verticale du liquide en deux autres, l'une normale au tube, l'autre tangentielle, on reconnaît que celle-ci tend toujours à éloigner le mercure du nœud le plus voisin. Il ne peut y avoir équilibre que si le liquide est à l'endroit d'un ventre, parce qu'alors la vitesse qu'il possède est constamment normale à la direction du tube.

» Si la vibration du tube est elliptique, on se trouve dans le cas, bien connu, d'une masse pesante placée dans un tube incliné, animé d'un mouvement de rotation.

» On conçoit, d'après cela, que, si le tube vertical plonge dans l'eau, si son extrémité inférieure est fixe, il n'y aura pas de mouvement lorsque l'extrémité de la colonne qu'il renferme s'arrêtera vis-à-vis d'un nœud. Cette colonne remplit l'intervalle de deux nœuds. On peut la diviser en petits éléments qui, pris deux à deux à égale distance des nœuds extrêmes, éprouvent des actions égales et de sens contraire. Le mouvement de translation que tend à prendre l'une des moitiés de la colonne, limitée au ventre, est détruit par le mouvement opposé que prendrait l'autre. Si la colonne dépasse le nœud d'une quantité suffisante, la portion de liquide qui s'étend en nœud au ménisque tend à s'éloigner du nœud; elle s'élève et entraîne le reste de la colonne. Il s'établit un nouvel état d'équilibre lorsque le

ménisque, ayant dépassé le ventre, se rapproche du nœud suivant, qu'il ne peut atteindre. L'effet est d'autant plus grand que la courbure des parois du tube est plus forte, ce qui arrive dans le cas de grandes amplitudes.

» Si l'extrémité inférieure du tube est libre, elle est nécessairement la place d'un ventre. Le liquide compris entre cette extrémité et le premier nœud s'éloigne de ce dernier, sort du tube et fait baisser la colonne. Le tube peut ainsi se vider complétement, et l'air qu'il renferme s'échappe alors par l'extrémité du tube et traverse le liquide sous-jacent. Du reste le même effet se produit lorsqu'on donne simplement au tube plongeant dans l'eau un mouvement rapide de translation en le faisant tourner autour d'un axe vertical.

» Si la colonne liquide renfermée dans le tube vibrant est à une hauteur convenable au-dessus du premier nœud inférieur, ce nœud partage la colonne en deux parties qui tendent à prendre des mouvements inverses, et l'on peut avoir un état d'équilibre dans lequel le liquide reste immobile. Si la portion qui se trouve au-dessus du nœud est plus grande que celle qui se trouve au-dessous, on peut même avoir un mouvement ascendant; mais il faut que les vibrations soient faibles : sans cela l'effet de l'extrémité libre du tube l'emporte et la colonne descend.

» Je réserve pour une Communication ultérieure l'étude des particularités de ces mouvements, que je ne décris ici que d'une manière générale. »

PHYSIQUE. — *Mesure du moment magnétique de très-petites aiguilles aimantées.* Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Jamin.

« Concevons un support rigide mobile autour d'un axe vertical. Fixons sur ce support : 1° une aiguille horizontale dont le moment magnétique M est connu; 2° l'aiguille dont on veut déterminer le moment magnétique x. Les deux aiguilles sont placées l'une au-dessus de l'autre, de telle façon que leurs axes soient rectangulaires et à une distance suffisante pour que leur action réciproque n'altère pas la distribution du magnétisme dans chacune d'elles.

» Le système ainsi formé prend, sous l'influence du magnétisme terrestre, une position d'équilibre déterminée, et telle que l'axe magnétique de l'aiguille M fait, avec le plan du méridien magnétique, un angle α déterminé par l'équation

$$x = \mathrm{M} \tang\alpha.$$

» Si le moment x est assez petit par rapport à M, l'angle α pourra être déterminé avec précision par la méthode optique de Gauss et Weber. A cet effet, le support des aiguilles porte un petit miroir argenté vertical, dans lequel on observe, à l'aide d'une lunette, l'image d'une règle divisée horizontale, placée au-dessous de l'objectif et perpendiculaire à l'axe optique de la lunette.

» On est libre de faire le moment M de l'aiguille directrice aussi faible que l'on voudra. Il en résulte que l'on pourra, par ce procédé, mesurer le moment magnétique d'aiguilles très-petites, comparables, par leurs dimensions, à des grains de limaille. J'ai effectué, avec une précision suffisante, des mesures relatives à des aiguilles de 1 à 2 millimètres de longueur et de $0^{mm},2$ de diamètre.

» Quand on veut se borner à comparer entre eux les moments magnétiques x, x' de plusieurs petites aiguilles, il n'est pas nécessaire de connaître le moment M de l'aiguille directrice. On a, en effet,

$$\frac{x'}{x} = \frac{\tang \alpha'}{\tang \alpha}$$

et, à cause de la petitesse des angles α, α',

$$\frac{x'}{x} = \frac{\tang \alpha'}{\tang \alpha} = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\tang 2\alpha'}{\tang 2\alpha} = \frac{n'}{n},$$

où n et n' sont les deux lectures faites sur la règle, dont le zéro est supposé dans le plan du méridien magnétique.

» Tel est le principe de la méthode employée. Dans la pratique, le support des aiguilles est un bâtonnet mince et léger en cire dure et peu fusible. L'aiguille directrice est collée au-dessous du bâtonnet, et un tube de verre très-étroit traverse le bâtonnet vers sa partie supérieure, de telle sorte que son axe soit horizontal et perpendiculaire à l'axe du tube. Le miroir est collé en avant parallèlement à l'axe du tube. Le système est suspendu par une petite pince ou crochet de cuivre à un seul fil de cocon, et enfermé dans une boîte en bois, noircie à l'intérieur et fermée en avant par une glace plane. Le fil de cocon passe par un trou pratiqué à la face supérieure de la boîte, et est saisi à son extrémité supérieure par une pince en laiton. Enfin un disque de cuivre rouge est placé au-dessous et très-près de l'aiguille directrice dont il amortit les oscillations.

» L'installation de la lunette et de la règle est faite suivant la méthode indiquée par Weber.

» Il est à remarquer que, quand on introduit une aiguille non aimantée

dans l'axe du tube, on déplace en général d'une très-petite quantité le centre de gravité du système suspendu; mais il est facile de voir que ce déplacement est sans influence sur les lectures. On peut, en effet, amener l'appareil de la première position à la seconde par deux rotations, l'une autour d'un axe perpendiculaire au miroir sans influence sur le phénomène de la réflexion, la seconde autour d'un axe horizontal parallèle au miroir qui a pour effet d'élever ou d'abaisser la normale au miroir dans un plan vertical, c'est-à-dire d'élever ou d'abaisser l'image de la règle; cet effet perturbateur est amené à son minimum par la disposition qui consiste à placer le miroir parallèlement à l'axe du tube dans lequel on place les aiguilles. La rotation autour de l'axe de suspension produite par l'introduction d'une aiguille aimantée dans le tube est due uniquement à l'action terrestre, ainsi que nous l'avons supposé ci-dessus.

» Parmi les conditions que doit remplir l'appareil, il en est une qui ne saurait être réalisée d'une manière rigoureuse et qui exige une correction. L'axe du tube destiné aux aiguilles et l'axe de l'aiguille directrice ne sont pas exactement rectangulaires, mais font entre eux un angle $\frac{\varpi}{2} - \beta$; à cause de la petitesse de β, il suffira de faire deux mesures en retournant bout pour bout l'aiguille dans le tube; la moyenne des deux mesures fournira la valeur exacte de la déviation.

» Nous supposons aussi dans ce qui précède que le méridien magnétique est invariable, ce qui n'est pas rigoureux; d'ailleurs, notre appareil réalise une véritable boussole des variations, et par conséquent l'erreur qui résulte des variations de la déclinaison est une quantité appréciable dans les conditions où nous nous sommes placé. Sauf le cas de variations brusques et irrégulières, on éliminera cette cause d'erreur en faisant une troisième mesure avec l'aiguille du tube directe. Si les observations ont été faites à intervalles à peu près égaux, on pourra prendre la moyenne des mesures 1 et 3, et la moyenne de celle-ci et de la mesure 2 ne sera pas sensiblement affectée par la variation de la déclinaison.

» Ajoutons qu'on n'attendra pas que l'appareil soit au repos pour effectuer les mesures : dès que les oscillations ont une amplitude suffisamment petite, on observe les divisions de la règle correspondant au commencement et à la fin d'une oscillation et à la fin de la suivante, et l'on prend la moyenne $\frac{\frac{n_1+n_3}{2}+n_2}{2}$. Cette opération, répétée plusieurs fois de suite, donne la position d'équilibre avec beaucoup plus d'exactitude que la détermination directe.

» En somme, un intervalle d'une dizaine de minutes suffit pour effectuer une bonne expérience, et le résultat de plusieurs mesures successives d'une même aiguille fournit en général des nombres égaux à $\frac{1}{200}$ près de leur valeur.

» Les masses de fer réparties dans le laboratoire à poste fixe sont sans influence sur les mesures, puisqu'elles ne font que modifier l'azimut d'équilibre que nous prenons pour notre méridien magnétique.

» J'ai appliqué le procédé de mesure que je viens de décrire à l'étude de la rupture des aimants. Je réserve les résultats obtenus pour une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Modes de production du phosphore noir.* Note de M. E. **Ritter**, présentée par M. Wurtz.

« M. Thenard, qui a signalé, le premier, la production du phosphore noir, avait annoncé que certaines variétés de phosphore du commerce ne devenaient noires, lorsqu'on les trempait après avoir été chauffées à $+70°$, qu'après avoir été distillées à plusieurs reprises. Un grand nombre d'expérimentateurs ont mis en doute les résultats obtenus par le savant français. Les faits qui suivent expliqueront ces divergences.

» On obtient toujours du phosphore noir, en suivant le procédé indiqué par M. Thenard, quand le phosphore est *arsénical;* il m'a été impossible depuis dix ans de reproduire cette modification avec le métalloïde que je trouvais dans le commerce de Strasbourg; des échantillons préparés vers 1830 m'en ont toujours donné. La modification se produit souvent spontanément, quand, dans la préparation de l'acide phosphatique, le phosphore fond et se trempe dans l'acide phosphatique déjà accumulé dans le vase inférieur; un phosphore non arsénical ne se colore, dans ce cas, qu'en brun.

» On peut communiquer au phosphore pur la propriété de devenir noir par la trempe, en le fondant sous une solution d'acide arsénieux, d'acide arsénique, d'acide phosphatique arsénical, et en le laissant séjourner de douze à quarante-huit heures; l'addition d'acide chlorhydrique semble hâter l'opération; la distillation du phosphore avec de l'arsénic métallique ne m'a pas réussi.

» Le phosphore, qui a ainsi macéré, devient presque toujours noir au premier essai; souvent, au contraire, il reste jaune et ne devient noir que lorsqu'on le chauffe et le trempe à diverses reprises.

» Le phosphore noir, vu en couches minces, est translucide et représente

l'aspect d'un verre recouvert d'un crêpe un peu serré; il fond, quand on le chauffe, en un liquide incolore, qui se solidifie avec l'aspect du phosphore ordinaire, quand le refroidissement est lent; l'oxydation lente à l'air humide le transforme en acide phosphatique arsénical dans lequel flottent des particules noires. Ces dernières, bien lavées, retiennent toujours un peu de phosphore; mais les analyses que j'ai faites des produits obtenus dans diverses opérations n'ont fourni que des résultats peu comparables.

» Le composé noir brillant, isolé par le sulfure de carbone, a une composition plus stable (1); les chiffres obtenus se rapprochent de ceux que donnerait la formule As^2Ph.

1	2	3	Calculé.
18,35	»	19,21	18,03
79,13	78,40	78,31	81,96

» Ce composé est noir et brillant, mais il ne tarde pas à brunir au contact de l'air, et l'eau dans laquelle il séjourne ne l'aide pas à jaunir, quand on la traite par de l'hydrogène sulfuré; l'oxydation porte surtout sur l'arsenic, car l'analyse du produit 1, faite trois mois après sa conservation dans un flacon rempli d'eau et bouché, n'a plus fourni que 74 pour 100 d'arsenic.

» Il suffit d'une quantité très-faible de phosphure d'arsenic pour communiquer au phosphore la propriété de devenir noir: cela ressort des chiffres qui suivent, qui indiquent la quantité pour 100 de composé noir, isolé par le sulfure de carbone.

Phosphore du commerce.	Phosphore pur.	Ayant séjourné
0,83	0,53	dans une solution chlorhydrique d'acide arsénieux.
0,52	0,48	dans une solution d'acide phosphatique arsénical.
0,26	0,43	dans une solution d'acide arsénique.
	0,18	dans une solution d'acide arsénieux.

» Les deux expériences qui suivent démontrent bien que c'est à ce phosphure d'arsenic qu'est due la coloration du phosphore.

» *Première expérience.* — La solution du phosphore noir décantée de la

(1) L'analyse a été faite en oxydant le produit par de l'acide azotique; la solution, réduite par de l'acide sulfureux, a été précipitée par un courant d'hydrogène sulfuré; le liquide filtré a été consacré au dosage de l'acide phosphorique par les procédés ordinaires; le sulfure d'arsenic a été transformé en acide arsénique, et l'arsenic a été dosé à l'état d'arséniate ammoniaco-magnésien.

poudre noire insoluble (le dépôt se fait avec lenteur) fournit par l'évaporation dans un courant d'acide carbonique un phosphore qui est laiteux quand il est fondu sous l'eau, mais ne devient pas noir quand on le trempe.

» *Seconde expérience.* — L'opération précédente est assez fastidieuse; la suivante est plus facile à réaliser. On fond sous l'eau le phosphore dans un tube étranglé au quart inférieur, et on le maintient en fusion à + 50°, pendant huit à dix heures, dans une étuve à air chaud; on s'arrange de manière que le refroidissement soit très-lent et l'on obtient le lendemain, en brisant le tube à l'étranglement, du phosphore devenant noir dans le quart inférieur et du phosphore ordinaire dans la partie supérieure.

» La production du phosphore noir n'est pas due à une modification allotropique, mais à du phosphure d'arsenic, qui se sépare lorsqu'on le trempe, par un phénomène de liquation; c'est un fait que l'on peut rapprocher de ceux auxquels Tyndall a donné naissance en projetant un corps très-divisé dans un liquide qui va se solidifier.

» S'il en est ainsi, d'autres substances que l'arsenic doivent produire le même phénomène. J'ai obtenu en effet du phosphore noir en trempant du phosphore non arsénical, qui avait séjourné dans une solution cuivreuse; la production du phosphore noir par l'addition de mercure (procédé de M. Blondlot) peut s'interpréter, je crois, de la même manière.

» *Conclusions.* — La couleur de la variété de phosphore dite noire n'est due qu'à la présence de métaux ou de métalloïdes étrangers; c'est l'*arsenic*, qui, dans le phosphore du commerce, détermine l'apparition du phénomène par suite d'une séparation d'un phosphure d'arsenic; il n'existe pas de modification allotropique. »

CHIMIE. — *Sur l'existence de deux modifications isomériques du sulfate de soude anhydre.* Note de M. **L. C. de Coppet**, présentée par M. Wurtz.

« Le sulfate de soude anhydre, que l'on peut obtenir en desséchant le sel Glauber $Na^2SO^4, 10H^2O$ à la température ordinaire, n'est pas identique, sous tous les rapports, avec le sulfate de soude anhydre préparé en chauffant le sel Glauber à une température supérieure à 33 degrés C. La première de ces modifications, que j'appellerai la modification α, se distingue notamment de la seconde en ce qu'elle provoque *toujours* par son contact la formation immédiate de cristaux de sel Glauber dans la solution sursaturée de ce sel; l'autre, la modification β, non-seulement n'a pas cette

propriété, mais, en la dissolvant dans l'eau froide, on peut obtenir, sans chauffer, la solution dite sursaturée (1). La modification α, chauffée un peu au-dessus de 33 degrés, se transforme en la modification β.

Une certaine quantité de sel de la modification α a été chauffée pendant deux heures entre 32 degrés et 32°,5, et employée ensuite à un grand nombre d'essais. Toujours, à l'instant même de son contact avec la solution sursaturée, il a provoqué la cristallisation de l'hydrate $Na^2SO^4,10H^2O$. Trois portions de ce même sel ont été chauffées ensuite successivement à 33°,0, à 33°,5 et à 34°,5. Le sel chauffé à 34°,5 avait complétement perdu le pouvoir de faire cristalliser l'hydrate $Na^2SO^4,10H^2O$; mais, dans les solutions suffisamment concentrées, il a provoqué la cristallisation de l'hydrate $Na^2SO^4,7H^2O$. Quant aux portions chauffées à 33°,0 et à 33°,5, elles se sont comportées d'une manière assez singulière : elles n'ont pas provoqué la cristallisation de $Na^2SO^4,10H^2O$ au moment même du contact; mais au bout de cinq à vingt secondes, lorsque le sel était au sein de la solution ou tombé au fond du vase, la cristallisation a commencé, généralement en plusieurs endroits simultanément.

» Ces résultats et d'autres semblables indiquent que c'est entre 33 et 34 degrés que la modification α se transforme en β. Je ne sais si celle-ci peut se maintenir indéfiniment à la température ordinaire, ou si elle redevient à la longue modification α. En tout cas, elle se conserve plusieurs jours.

» On sait que c'est à 33 degrés que le sel Glauber commence à se liquéfier dans son eau de cristallisation; c'est aussi la température de son maximum de solubilité. Enfin, d'après des expériences déjà anciennes de Arrot (2), le sulfate de soude peut former certains sels doubles avec les sulfates magnésiens, lorsque leurs solutions mélangées cristallisent au-dessus de 36°,5; ces sels doubles ne se forment pas si la température est plus basse. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité de l'acide succinique dans l'eau.* Note de M. E. BOURGOIN, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« La détermination de la solubilité de l'acide succinique, depuis zéro jusqu'à 50 degrés, a été faite en chauffant l'acide avec de l'eau distillée; on

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1324.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LIII, p. 243.

laissait ensuite la température revenir lentement au point où l'analyse acidimétrique devait être effectuée. Le mélange était alors vivement agité en présence d'un excès d'acide, de manière à éviter toute sursaturation.

» 100 parties d'eau contiennent les proportions suivantes d'acide succinique :

A 0°,0	2,88	A 27°,0	8,44
8,5	4,22	35,5	12,29
14,5	5,14	40,5	15,37
17,0	5,74	48,0	20,28

Au-dessus de 50 degrés, la détermination de la solubilité par le procédé acidimétrique ne se fait plus facilement.

» Par la méthode ordinaire, qui est moins exacte, méthode qui consiste à évaporer l'eau et à peser le résidu sec, j'ai obtenu les chiffres suivants :

A 78 degrés	60,775
A l'ébullition	120,186

A partir de 50 degrés, la solubilité croît donc très-rapidement avec la température, de telle sorte qu'à l'ébullition l'acide succinique exige moins que son propre poids d'eau pour se dissoudre, et non pas 2 parties d'eau, comme l'indique Lecanu. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle cause de gangrène spontanée, avec oblitérations des artérioles capillaires.* Note de M. **L. Tripier**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans ces derniers temps, la matière protoplasmique qui, sous forme de granulations, coexiste dans le sang avec les leucocytes proprement dits, a pris une importance plus considérable; on connaît mieux ces petites granulations sarcodiques, et l'on sait surtout, depuis les observations de M. Vulpian, qu'elles peuvent, dans certains états pathologiques, se multiplier de manière à constituer une leucocytose, mais de nature spéciale.

» Ayant eu l'occasion de faire des examens de sang sur un très-grand nombre de lapins servant aux expériences qui se poursuivent, dans le laboratoire de M. Chauveau, sur les infections septiques et charbonneuses, j'ai constaté assez fréquemment cette leucocytose, dans les cas d'empoisonnement septique, lent ou chronique, sans développement de vibrioniens.

» Le fait qui m'a le plus frappé, c'est le développement vraiment extraordinaire que peuvent présenter les masses de granulations qui se montrent

agglutinées en plaques; j'en ai trouvé qui couvraient presque tout le champ du microscope (Verick, *Ocul.* 3, obj. 6). C'est toujours dans le sang extrait par piqûre des capillaires et des petits vaisseaux des oreilles que j'ai trouvé les plus grandes plaques. Bien que ces masses présentent immédiatement, quelle que soit la rapidité avec laquelle on fait la préparation, leur forme et leur volume définitifs, je ne crois pas qu'elles existent généralement toutes formées dans les vaisseaux, avec ce volume énorme. Il est impossible de méconnaître qu'elles peuvent acquérir très-vite des dimensions exagérées dans les petites artérioles, aux parois desquelles elles s'agglutinent probablement, et arrêtent ainsi au passage les granulations libres ou déjà réunies en petites masses hérissées de prolongements multiples.

» J'avais conclu, de ce fait d'observation, que la leucocytose survenue dans ces conditions pourrait bien être une cause d'obstruction des vaisseaux capillaires et peut-être de gangrène spontanée.

» Un cas observé à la fin de l'année 1872 est venu pleinement confirmer mes prévisions :

» Le 24 septembre 1872, on injecte, dans la jugulaire d'un jeune lapin, trente gouttes environ de liquide fétide. Ce liquide est du sérum de sang, conservé depuis trois ou quatre mois dans un flacon hermétiquement fermé; filtré à travers un très-fin tamis de batiste, il ne présentait plus, sous le microscope, que de fines poussières organiques et quelques bactéries agiles, extrêmement rares.

» L'animal n'ayant pas succombé aux suites immédiates de l'injection, on l'abandonna à lui-même; on nota cependant que les oreilles étaient tombantes et paraissaient comme infiltrées. Cet état durait depuis quelques jours, lorsque, le 13 octobre, en examinant les choses de plus près, il fut permis de s'assurer que les oreilles étaient fripées, racornies et desséchées en quelque sorte. Il s'agissait là, sans aucun doute, d'une gangrène sèche; les deux oreilles sont sur le point de tomber, refroidissement très-marqué; à la limite des parties sphacélées, l'épiderme est soulevé par de la sérosité purulente; l'état général est mauvais; l'animal est presque constamment dans une sorte d'état comateux. On porte naturellement un pronostic défavorable, et, en fait, la mort arrive quelques jours après. On avait pu s'assurer, auparavant, que les granulations protoplasmiques existaient en quantité très-exagérée dans le sang de cet animal.

» J'ai pu observer, depuis lors, deux autres cas semblables dans des conditions analogues; l'un d'eux, très-récemment. Il m'a donc paru utile d'appeler l'attention sur ces faits, non-seulement parce qu'ils démontrent

l'existence d'une nouvelle condition propre tout au moins à favoriser, sinon à déterminer la production de la gangrène spontanée, mais encore parce qu'il y aura peut-être à étudier, à ce point de vue nouveau, les gangrènes spontanées qui se manifestent dans tous les cas d'altération du sang, même celles qui dépendent de l'ergotisme. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le développement pathologique de l'œil chez le Cyprin dit* Poisson-Télescope. Note de M. G. CAMUSET, présentée par M. Ch. Robin.

« Le Poisson-Télescope est un monstre du Cyprin doré. Les Chinois l'ont obtenu par des procédés d'élevage assez persévérants pour que ses anomalies soient devenues héréditaires depuis une époque très-reculée, car on retrouve son type sur des porcelaines datant de deux mille années.

» Indépendamment de sa coloration bigarrée et de la gémination de ses nageoires, ce Poisson présente une monstruosité très-remarquable : c'est le développement extraordinaire du globe de l'œil et la saillie qu'il forme sur le crâne. Cette saillie n'est pas égale chez tous : sur douze individus que nous avons observés, deux ou trois l'ont à peine marquée, bien qu'ils possèdent les autres caractères de la race; chez les autres, le globe de l'œil mesure de 15 à 18 millimètres de diamètre transverse, soit environ le $\frac{1}{6}$ de la longueur du corps, qui est en moyenne de 10 centimètres. On sait que, chez les Poissons qui vivent au fond de l'eau, le globe de l'œil est plus gros que chez ceux qui vivent à la surface; cependant l'œil du Télescope a des dimensions qui conviendraient à un Poisson de fond seize fois plus volumineux que lui.

» L'exorbitisme de cet œil rend très-apparentes, sur l'individu en vie, la saillie et l'insertion des muscles droits; ses mouvements sont, en conséquence, très-sensibles, et offrent quelque analogie avec ceux de l'œil du Crabe.

» En examinant avec attention ces Poissons, nous avons été frappé de ce fait important, que leurs yeux présentent presque tous des lésions morbides. Chez les uns, le globe de l'œil n'est plus un sphéroïde régulier; il est semé de grosses bosselures noirâtres, qui paraissent prêtes à céder, comme sous l'effort d'une pression intérieure, et qui ne sont autre chose que des staphylômes produits par la dissociation des fibres de la sclérotique et leur pénétration par les cellules pigmentaires choroïdiennes. On retrouve des staphylômes analogues chez l'Homme, dans l'affection oculaire

nommée scléro-choroïdite, affection qui s'accompagne de l'allongement antéro-postérieur du globe et provoque l'espèce de myopie dite *acquise*.

» Remarquons en passant que le nom de *Télescope* donné à ce Poisson est plus pittoresque qu'exact, puisqu'il est certain, d'après la disposition dioptrique de son œil, que ce Poisson est myope au premier chef.

» Chez d'autres individus, on remarque une déformation de la pupille. Son diamètre, chez les jeunes et ceux dont l'œil est peu saillant, est égal à près de la moitié du diamètre transverse, soit environ 5 millimètres. Chez les adultes exophthalmiques, il est réduit au diamètre d'une tête d'épingle comme dans le myosis. De nombreuses synéchies fixent le bord de l'iris à la capsule du cristallin et rendent la pupille immobile et irrégulière. On trouve souvent, il est vrai, de ces adhérences de l'iris chez des Poissons de mer ou d'eau douce parfaitement sains; mais elles n'ont pas le caractère pathologique de celles-là. En même temps que la pupille est atrésiée, l'iris est infundibuliforme, refoulé en arrière. Chez presque tous on voit, à travers la pupille, un petit noyau blanchâtre qui paraît situé profondément et occupe tout ou partie du champ pupillaire. Ce noyau n'est autre chose qu'une cataracte lenticulaire formée par le cristallin devenu opaque à la suite du vice de la nutrition générale de l'œil. Dans un de ces individus, la cataracte s'est luxée spontanément, fait qui indique un ramollissement de l'humeur vitrée.

» Ainsi, chez tous ces Poissons, nous trouvons une affection *parfaitement caractérisée* du tractus uvéal, c'est-à-dire du système circulatoire de l'œil, comprenant la choroïde et l'iris. Cette affection se présente tantôt sous forme de scléro-choroïdite simple, avec exagération du volume du globe oculaire, staphylômes de la sclérotique, tantôt sous forme d'irido-choroïdite, avec atrésie de la pupille, ramollissement du corps vitré et cataracte consécutive.

» J'ai examiné l'œil d'un de ces Poissons, mort récemment, et j'y ai constaté les caractères microscopiques de l'état pathologique dont j'ai signalé les symptômes extérieurs : l'atrophie et le décollement de la choroïde, l'amincissement local de la sclérotique, le racornissement et la dégénérescence en granules ou gouttelettes des éléments de la superficie du cristallin.

» Le fait important qui résulte de l'étude de ces yeux est le caractère *héréditaire* d'une maladie provoquée par les conditions anormales où l'on fait vivre ces Poissons. Les éclosions qui ont eu lieu l'an dernier dans les aquariums de M. Carbonnier ont prouvé que le Télescope tendait à revenir

rapidement à son type primitif de Cyprin quand on le plaçait dans des conditions différentes, et probablement meilleures. La moitié des embryons avaient les yeux saillants dès la naissance; ceux-ci sont morts au bout de quelques jours, ce qui indiquait bien déjà que la saillie des yeux s'accompagne d'un état général précaire. Sur vingt restés en expérience, il y en a cinq seulement dont les yeux sont devenus saillants au bout de cinq à six mois; les autres ont les yeux du Cyprin ordinaire, mais il est probable qu'il se manifestera encore d'autres cas d'exorbitisme. Très-peu présentent la gémination des nageoires et l'on doit prévoir que, si l'on ne retrouve pas les conditions exactes où les maintiennent les Chinois, la race sera revenue à son type normal et guérie au bout de deux ou trois générations.

» D'autres faits montrent l'influence des conditions spéciales sur la production de l'exophthalmie. Ainsi, en curant le canal Saint-Martin, près de l'Arsenal, on a trouvé plusieurs Cyprins dorés avec les yeux saillants. En 1872, M. Nélaton a soumis à l'examen de M. Ch. Robin trois Carpes vivantes, provenant d'un bassin plat alimenté par des eaux de drainage, et qui présentaient, ainsi que presque tous les autres Cyprins vivant dans le même bassin, des exophthalmies et des cataractes à des degrés divers.

» Tous ces faits sont intéressants au point de vue de l'étiologie de certaines affections oculaires chez l'homme. La *myopie*, qui a pour caractère anatomique l'allongement antéro-postérieur du globe de l'œil, est manifestement héréditaire, bien qu'au début ce soit une affection acquise. On peut affirmer qu'elle est entretenue dans les générations par les habitudes sédentaires de la ville et le rare exercice de la vision à longue distance. Comme chez les Cyprins, cette anomalie de la conformation du globe oculaire tend à disparaître chez les descendants des individus qui reviennent à la vie en plein air et aux exercices du corps, par exemple chez les colons émigrés.

» L'*irido-choroïdite*, fréquente dans les populations scrofuleuses, a aussi un caractère d'hérédité qu'elle emprunte à la diathèse dont elle dépend. Il est certain que des conditions climatologiques différentes la rendraient de plus en plus rare. J'omets à dessein plusieurs autres affections oculaires dont l'hérédité est affermie par les conditions anormales d'existence et dont l'énumération m'entraînerait au delà des bornes de cette Note. »

M. Montucci adresse une Note relative au laiton riche en fer, qui a été présenté à l'Académie par M. *Gaiffe* dans la précédente séance. Il pense que,

le zinc s'alliant facilement au fer, il suffit d'admettre que le laiton en question a été fabriqué avec du zinc qui aurait été en contact avec des pièces de fer, pendant sa fabrication.

M. Chasles présente à l'Académie les publications suivantes :

« 1° Les livraisons d'avril, mai et juin 1873 (t. VI) du *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche*, de M. le prince *Boncompagni*. Ces livraisons renferment principalement quelques remarques de M. Angelo Genocchi, sur les travaux de F. Chiò, au sujet d'un Rapport de notre confrère M. Puiseux, sur un Mémoire de M. Maximilien Marie, et de nombreuses Notes de M. Boncompagni sur une traduction latine de l'*Optique de Ptolémée;* une Notice fort étendue sur les Tables logarithmiques hollandaises, par M. D. Bierens de Haan; et enfin une Note et quelques figures concernant l'*Origine de la Semaine planétaire et de la spirale de Platon*, par M. L.-Am. Sédillot.

» 2° Les livraisons d'octobre à décembre 1873, la Table des matières du tome IV (1er semestre 1873) et la livraison de janvier 1874 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, et rédigé par MM. Darboux et Houël. Ces livraisons renferment, indépendamment d'une Revue bibliographique et d'une Revue des publications périodiques de tous les pays, sous le titre de *Mélanges*, des Communications de quelques auteurs.

» 3° Les nos 4 et 5 du premier volume du *Bulletin de la Société mathématique de France*, publié par les Secrétaires de la Société, MM. Brisse et Laguerre. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et de Zoologie, par l'organe de M. DE QUATREFAGES (le doyen, M. H.-Milne Edwards, ayant désiré s'abstenir), présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante, dans son sein, par le décès de M. *Coste* :

En première ligne. . . . . . . M. P. GERVAIS.
En deuxième ligne. . . . . . . M. ALPH.-MILNE EDWARDS.
En troisième ligne. . . . . . . M. C. DARESTE.
En quatrième ligne. . . . . . . M. BAUDELOT.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 JANVIER 1874.

Paléontologie française ou Description des fossiles de la France; 2e série : Végétaux, terrain jurassique, liv. 10 à 14. Paris, G. Masson; 5 liv. in-8°, texte et planches. (Présenté par M. Brongniart.)

Adansonia. Recueil d'observations botaniques, rédigé par le Dr H. BAILLON; t. X. Paris, 5, rue de l'Ancienne-Comédie; 1 vol. in-8°, avec planches. (Présenté par M. Trécul.)

Analyse infinitésimale des courbes planes, contenant la résolution d'un grand nombre de problèmes choisis, à l'usage des candidats à la licence ès sciences; par M. l'abbé AOUST. Paris, Gauthier-Villars, 1873 ; in-8°.

Note sur l'intersection de deux courbes; par M. PAINVIN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Sur l'abaissement de la classe d'une courbe, produit par la présence d'un point de rebroussement; par M. PAINVIN. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°.

Ces deux brochures, présentées par M. Chasles, sont extraites du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*.

Catalogue des Mollusques terrestres et des eaux douces du département de la Haute-Loire et des environs de Paris; par M. E. PASCAL. Paris, Imprimerie nationale, 1873; in-8°.

De la conservation des objets d'Archéologie; par R. GUÉRIN; 2e édition. Nancy, imp. Crépin-Leblond, 1874; br. in-8°.

Filices. Novæ-Caledoniæ enumeratio monographica; auctore Eug. FOURNIER. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présenté par M. Brongniart.)

Du commerce du lait destiné à l'alimentation parisienne. De la fabrication du fromage de gruyère dans l'Yonne; par A.-F. POURIAU. Paris, Niclaus et Cie, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Agriculture.*)

Sur les vibrations transversales des fils et des lames d'une faible épaisseur; par M. E. GRIPON. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Extrait des *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure.*)

Tératologie. Pied d'homme à huit doigts; par M. LAVOCAT. Toulouse, imp. Douladoure; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

E. PLANTAMOUR. *Le Congrès météorologique de Vienne en* 1873. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

A. POEY. *Rapports entre les taches solaires, les orages à Paris et à Fécamp, les tempêtes et les coups de vent dans l'Atlantique nord.* Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Musci Galliæ. *Herbier des mousses de France;* fascicule X (nos 451-500), publié par T. HUSNOT, 1873; in-4°.

Dei fenomeni osmotici e delle funzioni di assorbimento nello organismo animale. Memoria del D. F. PACINI. Firenze, tip. Cenniniana, 1873; in-8°.

The medical and surgical History of the war of the rebellion; part I, vol. I: *Medical History;* vol. II : *Surgical History.* Washington, Government printing Office, 1870; 2 vol. in-4°, reliés. (Présentés par M. le Baron Larrey.)

Jahrbücher der K. K. central-anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus; von C. JELINEK *und* C. FRITSCH; neue Folge, V Band, Jahrgang 1868; neue Folge, VI Band, Jahrgang 1869. Wien, Braunmuller, 1870-1871; 2 vol. in-4°.

Almanach der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1870, 1871, 1872. Wien, 1870-1872; 3 vol. in-12.

Archiv für mikroskopiche Anatomie, herausgegeben von Max. SCHULTZE; zehnter Band, zweites Heft. Bonn, Max Cohen et Sohn, 1873; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 JANVIER 1874.

Description des Poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey; par feu V. THIOLLIÈRE; 2ᵉ liv., revue et annotée par M. P. GERVAIS. Lyon, H. Georg; Paris, F. Savy, 1873; in-folio, texte et planches.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, 1873; 1ᵉʳ et 2ᵉ fascicules. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1873; 2 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux des Conseils d'hygiène publique et de salubrité du département de la Sarthe pendant les années 1871 *et* 1872; *par* le Dʳ J. LE BÈLE. Le Mans, E. Monnoyer, 1873; in-8°.

Trois Notes sur la théorie de la poussée des terres. Désaccord entre l'ancienne théorie et l'expérience; nouvelles expériences; réponse aux objections; par J. CURIE. Paris, Gauthier-Villars, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Belgrand.)

Atlas statistique de la population de Paris; par M. TOUSSAINT LOUA. Paris, J. Dejey, 1873; gr. in-8°, texte et planches, cartonné.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 JANVIER 1874.

La langue et la littérature hindoustanes en 1873. *Revue annuelle; par* M. GARCIN DE TASSY, Membre de l'Institut. Paris, Maisonneuve, 1874; br. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les Secrétaires; t. I, nᵒˢ 4, 5. Paris, au siége de la Société, 1873; in-8°. (2 exemplaires.) (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques. Table des matières et noms d'auteurs, t. IV, 1ᵉʳ semestre 1873; t. V, octobre, novembre, décembre 1873; t. VI, janvier 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1873-1874; 5 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

C.-M. MATHEY. *Application de la force du vent à la vapeur.* Plombières, sans date; br. in-8° oblong.

(A suivre.)

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* **80** *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matiè l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du **1er** *Janvier* **1862**, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Pour Paris	**20 fr.**
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	**30 fr.**
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* .... Allègre.
- *Amiens* ..... Prévost-Allo.
- *Angoulême* .. Debreuil.
- *Angers* ..... Barassé. / Lachèse, Bellenvre et Cie.
- *Bayonne* .... Cazals.
- *Besançon* ... Marion.
- *Bordeaux* ... Chaumas. / Sauvat.
- *Bourges* .... David.
- *Brest* .... Lefournier.
- *Caen* .... Legost-Clérisse.
- *Chambéry* ... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Berthelage.
- *Dijon* ...... Lamarche.
- *Grenoble* ... Drevet.
- *Lille* .... Beghin. / Quarré.
- *Lorient* ..... Mme Tiret.
- *Lyon* .... Beaud. / Palud.
- *Marseille* ... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier* . Coulet. / Seguin.
- *Nantes* ..... Douillard frères. / Mme Veloppé.
- *A Nancy* ...... Mlle Gonet. / Grosjean.
- *Nîmes* ...... Giraud.
- *Orléans* .... Vaudecraine.
- *Poitiers* .... Létang.
- *Rennes* ..... Hauvespre. / Verdier.
- *Rochefort* ... Boucard. / Valet.
- *Rouen* ...... Lebrument. / Herpin.
- *St-Étienne* .. Chevalier.
- *Toulon* ..... Rumèbe. / Ravel.
- *Toulouse* .... Gimet. / Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

- *A Metz* .... Ballet. / Rousselot. / Warion.
- *Mulhouse* ... Perrin.
- *Strasbourg* .. Derivaux. / Simon. / Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam* .. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* .. Verdaguer.
- *Berlin* ..... Asher et Cie.
- *Bologne* .... Zanichelli et Cie.
- *Boston* ..... Sever et Francis.
- *Bruxelles* ... Decq. / Muquardt.
- *Cambridge* .. Dighton.
- *Édimbourg* .. Seton et Mackenzie.
- *Florence* .... Jouhaud.
- *Gand* .... Lebrun-Devigne.
- *Genes* ...... Beuf.
- *Genève* ..... Cherbuliez.
- *La Haye* ... Belinfante frères.
- *Lausanne* ... Blanc, Imer et Lebat.
- *Leipsig* ..... Brockhaus. / Dürr. / Voss.
- *Liége* ...... Bounameaux. / Gnusé.
- *Lisbonne* .... Silva junior et Cie.
- *Londres* ..... Asher et Cie. / Dulau. / Nutt.
- *Luxembourg.* V. Büch.
- *Milan* ...... Dumolard frères.
- *Moscou* ..... Gautier.
- *A Madrid* ..... Bailly-Baillière. / Duran. / Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York* .. Christern.
- *Oxford* ..... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Pédone-Lauriel.
- *Porto* ...... Mme Ve Moré. / Chardron.
- *Rio-Janeiro.* Garnier.
- *Rome* ...... Bleggi.
- *Rotterdam* .. Kramers.
- *Stockholm* .. Bonnier. / Samson et Wallin.
- *St-Pétersb.* .. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Trieste* ..... Münster.
- *Turin* ...... Bocca frères. / Marietti.
- *Varsovie* .... Hösick. / Gebethner et Wolff
- *Venise* ...... Münster.
- *Vérone* ..... Münster.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich* ..... Orell, Füssli et Cie. / Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. 20

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix 20

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbati qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement d la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches 25

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les di » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultar ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, a 27 planches, 1861 25

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

Nº 3.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 19 Janvier 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

M. Couillard

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 4 (26 Janvier 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JANVIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Diverses réactions des composés oxygénés de l'azote;* par M. BERTHELOT.

« J'ai établi la chaleur de formation des oxydes de l'azote; je vais montrer l'application de ces données à plusieurs réactions intéressantes, telles que les transformations et décompositions réciproques des oxydes de l'azote, l'action des métaux sur l'acide azotique, sa transformation en ammoniaque, les cinq modes de décomposition de l'azotate d'ammoniaque, types des décompositions multiples que peut subir une seule et même matière explosive, la formation thermique des azotates solides et celle de l'acide azotique hydraté depuis les éléments, etc.

I. — TRANSFORMATIONS RÉCIPROQUES DES OXYDES DE L'AZOTE.

1° *Protoxyde*...

$$\left\{\begin{array}{lll} \mathrm{AzO} = \mathrm{Az} + \mathrm{O}\ldots\ldots & +9 & \text{(chaleur ou étincelle électrique),} \\ 2\mathrm{AzO} = \mathrm{Az} + \mathrm{AzO^2}. & -25{,}4 & \text{(réaction fictive),} \\ 4\mathrm{AzO} = 3\mathrm{Az} + \mathrm{AzO^4}. & +11{,}7 & \text{(étincelle);} \end{array}\right.$$

2° *Bioxyde*.....

$$\left\{\begin{array}{lll} \mathrm{AzO^2} = \mathrm{Az} + \mathrm{O^2}\ldots & +43{,}4; & \text{puis } + \mathrm{AzO^2} = \mathrm{AzO^4}\text{, c'est-à-dire} \\ 2\mathrm{AzO^2} = \mathrm{Az} + \mathrm{AzO^4}. & +62{,}5 & \text{(chaleur ou étincelle);} \end{array}\right.$$

$$\left\{\begin{array}{lll} \mathrm{AzO^2} = \mathrm{AzO} + \mathrm{O}\ldots & +34{,}4; & \text{puis } + \mathrm{AzO^2} = \mathrm{AzO^3}\text{, c'est-à-dire} \\ 2\mathrm{AzO^2} = \mathrm{AzO} + \mathrm{AzO^3} & +45{,}5 & \text{(chaleur ou étincelle),} \end{array}\right.$$

Le dernier partage effectué lentement en présence d'une solution alcaline... $+62,5$;

3° *Acide azoteux* $\left\{ \begin{array}{l} AzO^3 = AzO^2 + O \ldots \; -11,0; \text{ puis } + AzO^3 = AzO^4, \text{ c'est-à-dire} \\ 2AzO^3 = AzO^2 + AzO^4 \; -2,9. \end{array} \right.$

Les trois corps inscrits dans la dernière équation constituent un système à l'état de dissociation, dont l'équilibre change avec les proportions relatives, la température, la condensation, etc. J'ai insisté sur ces phénomènes.

» *En présence de l'eau*, l'acide azoteux anhydre devient en tout ou en partie de l'acide azoteux hydraté et manifeste aussi quelque tendance à se décomposer en acide azotique et en bioxyde d'azote; la réaction

$$3AzO^3 \text{ gaz} + \text{eau} = AzO^5HO \text{ étendu} + 2AzO^2 \text{ dégage} \ldots \quad +2,7;$$

mais cette dernière réaction n'a lieu d'une manière notable, ou même sensible, que si l'eau n'est pas en proportion suffisante. Elle me paraît due à la nécessité d'une grande quantité d'eau pour permettre à l'acide azoteux hydraté de subsister. Si l'eau fait défaut, il se sépare en partie en bioxyde d'azote et oxygène, qui transforme à mesure une autre portion en acide azotique; c'est ce qu'on peut observer en traitant par l'acide sulfurique étendu des solutions diversement concentrées d'azotite de baryte. La réaction attribuée ici à l'oxygène naissant n'est autre que celle de l'oxygène libre sur l'acide azoteux dissous.

» D'après ces faits, faciles à vérifier, d'après la réaction connue de l'eau sur l'acide azoteux anhydre, enfin d'après mes expériences sur le partage de la baryte entre les acides chlorhydrique, acétique et azoteux étendus, je pense que l'on observe, en présence d'une quantité d'eau insuffisante, une double dissociation : celle de l'acide azoteux hydraté, qui se change en partie en eau et acide anhydre, et celle de l'acide azoteux anhydre, qui se change en partie en oxygène et bioxyde d'azote; les effets se compliquent de l'action ultérieure de l'oxygène, qui disparaît en transformant une autre portion de l'acide azoteux en acide azotique. Dans ces conditions, le bioxyde d'azote étant éliminé à mesure, il semble que sa formation devrait se reproduire indéfiniment; mais la dilution progressive de la portion d'acide azoteux hydraté non décomposée, dilution qui résulte de la réaction même, restreint de plus en plus la proportion relative de l'acide anhydre, et cela jusqu'au terme où la petite quantité de bioxyde d'azote qui reste dissoute suffit pour assurer la stabilité du système. Peut-être aussi la dilution, amenée à un certain degré, arrête-t-elle complétement la décomposition de l'acide azoteux hydraté, en ne permettant plus

à aucune portion d'acide anhydre de subsister. Quoi qu'il en soit de ce dernier point, on réalise un système final qui renferme à la fois de l'eau, de l'acide azotique étendu et de l'acide azoteux hydraté et étendu. En diminuant la proportion relative de l'eau, on détruirait l'équilibre; on le détruit aussi en élevant la température, ce qui donne lieu à un dégagement de bioxyde d'azote. En sens inverse, on peut compenser la diminution de l'eau par l'abaissement de la température.

» 4° *Acide hypoazotique.* — $AzO^4 = Az + O^4$ dégage... $+ 24,3$ (étincelle)

$$\begin{cases} AzO^4 = AzO^3 + O : -8,1; \text{ puis } AzO^4 + O = AzO^5 \text{ gaz, c'est-à-dire} \\ 2\,AzO^4 = AzO^3 + AzO^5 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -6,4 \end{cases}$$

» Mais ces réactions entre les gaz anhydres sont fictives. On remarquera que les réactions parallèles du bioxyde d'azote sont réelles et qu'elles dégagent de la chaleur; celles de l'acide azoteux sont aussi réelles, absorbent une petite quantité de chaleur et aboutissent à un système dissocié; celles enfin de l'acide hypoazotique, qui répondent à une absorption de chaleur plus considérable, ne peuvent plus être réalisées.

» On aurait pu d'ailleurs prévoir cette différence; en effet, parmi les actions partielles, dont la somme représente la réaction totale, l'une des deux, la combinaison avec l'oxygène, est toujours réelle et exothermique pour le bioxyde d'azote comme pour l'acide azoteux, tandis que pour l'acide hypoazotique les deux actions partielles sont toutes deux fictives, l'acide hypoazotique ne s'unissant pas réellement avec l'oxygène sec pour former l'acide azotique anhydre. Au contraire, ce dernier corps manifeste dès la température ordinaire une certaine tendance, qui ne semble pas réversible, à se décomposer spontanément

$$AzO^5 \text{ gaz} = AzO^4 + O \text{ absorbe} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -1,7\ (^*)$$

» *L'action de l'eau sur l'acide hypoazotique* mérite de nous arrêter.

» Si l'eau est en petite quantité et l'acide hypoazotique liquide, on obtient, comme on sait, à basse température, de l'acide azoteux anhydre : $2AzO^4 + HO = AzO^3 + AzO^5HO$. En présence d'une grande quantité d'eau, le gaz hypoazotique, agissant peu à peu, s'absorbe complétement, avec formation d'acides azotique et azoteux hydratés

$$2AzO^4 + nHO = AzO^5HO \text{ étendu } + AzO^3HO \text{ étendu},$$

réaction qui dégage $+ 7^c,8$ pour $AzO^4 = 46^{gr}$. Mais l'acide hypoazotique

(*) Si AzO^5 était *liquide*, ainsi que AzO^4, la réaction donnerait lieu à un phénomène thermique sensiblement nul. J'ai cru utile de noter cette circonstance.

liquide, en présence de la même quantité d'eau, donne en général naissance à du bioxyde d'azote, variable avec les conditions du contact

$$3AzO^4 + nHO = 2(AzO^5HO) \text{ étendu} + AzO^2.$$

» Cette réaction, qui peut être restreinte presque jusqu'à devenir nulle en opérant le contact peu à peu, dégage + 4,4 pour AzO^4. Son existence, connue depuis longtemps, a été contestée à tort par M. Thomsen, qui a confondu parfois le sens de ses symboles particuliers, dans lesquels l'état initial des corps est seul exprimé, avec celui des réactions véritables.

» Voici une expérience, facile à répéter dans un cours public, qui met en évidence les deux modes de décomposition de l'acide hypoazotique sous l'influence de l'eau. Dans un tube un peu large, fermé par un bout et étranglé de l'autre en entonnoir, on verse un peu d'acide hypoazotique liquide, puis on le fait bouillir, de façon à chasser l'air et à ne laisser qu'un excès de liquide nul ou insignifiant : on ferme alors à la lampe. D'autre part, on verse dans un tube semblable, mais beaucoup plus étroit, de l'acide hypoazotique liquide; on chasse de même l'air par ébullition et l'on ferme, en laissant un peu de liquide. Après refroidissement, le tube large ouvert sur l'eau se remplit complétement, par suite de la transformation totale de l'acide hypoazotique en acides azotique et azoteux. Au contraire, le tube étroit ne se remplit qu'en partie, formant du bioxyde d'azote, facile à manifester par la rentrée de quelques bulles d'air.

» La différence entre ces deux réactions me paraît due à la faible stabilité de l'acide azoteux hydraté, telle que je l'ai définie plus haut. Si l'acide hypoazotique rencontre tout d'abord assez d'eau pour que l'acide azoteux hydraté se forme sans décomposition, l'absorption est totale : c'est ce qui arrive avec l'acide hypoazotique gazeux et l'eau, réagissant peu à peu sur une large surface; mais, si l'acide hypoazotique vient en contact sur un point avec une trop faible quantité d'eau à la fois, comme il arrive pour l'acide liquide et l'eau réagissant dans un tube étroit, l'acide azoteux se décomposera en partie, avec formation de bioxyde d'azote, que le surplus de la liqueur ne redissoudra point; enfin le contact des mêmes quantités de matières liquides, opéré peu à peu, ne donnera pas ou presque pas naissance au bioxyde d'azote.

II. — Action des métaux et autres corps oxydables sur l'acide azotique.

» Elle donne lieu, suivant les conditions, aux quatre oxydes inférieurs de l'azote, à l'azote lui-même, à l'ammoniaque, etc. Voici le calcul de la

chaleur développée : Q étant la chaleur produite par l'union de 1 équivalent d'oxygène ($O = 8^{gr}$) libre avec le corps oxydable, celui-ci étant changé soit en oxyde, soit en sel soluble,

	Cal	
AzO^6,HO étendu		
$= AzO^4$ gaz $+ HO + O$ combiné, dégagent......	$-16,6 + Q$	pour O : $-16,6 + Q$
$= AzO^3$ gaz $+ HO + 2O$ combinés, dégagent...	$-24,7 + 2Q$	» $-12,3 + Q$
$= AzO^3$ dissous $+ HO + 2O$ combinés, dégagent.	$-18,2 + 2Q$	» »
$= AzO^2 + HO + 3O$ combinés, dégagent......	$-35,7 + 3Q$	» $-11,9 + Q$
$= AzO + HO + 4O$ combinés, dégagent......	$-1,3 + 4Q$	» $-0,3 + Q$
$= Az + HO + 5O$ combinés, dégagent......	$+7,7 + 5Q$	» $+1,5 + Q$

» Ces valeurs peuvent être employées dans bien des réactions. La dernière colonne montre que la chaleur dégagée par la formation des composés azoteux gazeux croît sans cesse, à mesure que la réduction devient plus complète, jusqu'à surpasser celle que produirait l'oxygène libre.

» Si l'acide azotique était monohydraté, AzO^5HO, il faudrait ajouter (à 10 degrés) $+7^{Cal},2$ aux valeurs précédentes, et tenir compte en sens inverse de l'action propre du dissolvant final, qui ne serait plus assimilable à l'eau dans cette circonstance. Avec l'acide ordinaire, $AzO^6H + 3HO$, il faut ajouter $+2^{Cal},8$ (à 10 degrés), et tenir compte du dissolvant final, dont l'action propre, tant sur le sel (s'il se forme un sel soluble) que sur l'excès d'acide non décomposé, complique ordinairement les résultats thermiques.

» Donnons encore les chiffres relatifs à l'acide azoteux :

AzO^3 étendu $= AzO^2 + O$ combiné, dégage : $-17,5 + Q$
» $= Az + 3O$ combinés, » $-25,9 + 3Q$; pour O : $-8,6 + Q$

» On sait que l'acide azoteux oxyde les corps plus aisément que l'acide azotique. Cette différence s'explique par l'état de dissociation propre à l'acide azoteux, tel qu'il a été défini plus haut.

» Pour appliquer ces nombres, il convient de s'assurer si les produits des réactions sont réellement uniques, par exemple, si le bioxyde d'azote dégagé dans la réaction de l'acide azotique étendu est absolument exempt de protoxyde ou d'azote libre. La moindre proportion de ces derniers modifie extrêmement la chaleur dégagée. Ainsi s'explique l'écart entre les nombres actuels, d'après lesquels le changement de l'acide azotique en bioxyde d'azote absorbe $-35,7$ et la valeur $-20,7$ obtenue dans les expériences de M. Favre, et qui a fait foi jusqu'à ces derniers temps. Le calcul montre, en effet, qu'on rend compte de la divergence en supposant que le bioxyde d'azote (dégagé par la réaction du cuivre sur l'acide azotique

étendu, et dont la mesure était la base du calcul) renfermait 9 centièmes de protoxyde en volume, ou 6 centièmes d'azote libre, ou un mélange intermédiaire. Or ces proportions n'ont rien d'anormal dans la réaction du cuivre sur l'acide azotique, comme je m'en suis assuré; même à froid et avec un acide très-étendu, ajouté peu à peu, on peut les observer.

III. — Formation de l'ammoniaque par l'acide azotique.

» La formation de l'ammoniaque aux dépens de l'acide azotique est une réaction secondaire; car elle semble ne se produire que sous l'influence de l'hydrogène libre (mousse de platine), ou d'un métal capable de dégager l'hydrogène de l'eau en se dissolvant dans les acides plus ou moins étendus: ce qui exige la relation subsidiaire $Q > 34{,}5$, d'après les lois connues des forces électromotrices. Pour bien concevoir les conditions de cette formation, il est utile de distinguer le rôle général des acides étendus, dont l'eau tend à être décomposée par les métaux, avec dégagement d'hydrogène, du rôle spécial en vertu duquel l'acide azotique produit l'ammoniaque. Supposons donc l'acide sulfurique ou chlorhydrique étendu en présence d'un métal capable d'en dégager l'hydrogène, et faisons intervenir une petite quantité d'acide azotique, nous provoquerons la réaction:

AzO^5HO dilué $+ 8H$ libre $= AzH^3$ étendue $+ 8HO$, ce qui dégage: $+ 215^{Cal}$ (*);

» Soit $+ 43^{Cal}$ pour chaque O éliminé; l'ammoniaque se combinant avec l'excès d'acide sulfurique, ce dernier chiffre s'élève, pour O, à $+ 45{,}9$.

De même AzO^3 dilué $+ 6H$ libre $= AzH^3$ étendue $+ 3HO$ dégage: $+ 164{,}5$ soit $+ 55^{Cal}$ pour O éliminé; ou $+ 59{,}5$ si l'ammoniaque s'unit à l'acide.

IV. — Décompositions multiples de l'azotate d'ammoniaque.

» On sait que les corps explosibles donnent lieu à des effets thermiques et mécaniques extrêmement divers et qui dépendent du procédé d'échauffement, de choc ou d'inflammation. Le coton-poudre comprimé et la dy-

(*) Voir sur ce point les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville, en 1870 (*Comptes rendus*, p. 20 et 550, t. LXX). Je prendrai la liberté de rappeler que j'ai développé le mécanisme général des réactions simultanées au point de vue thermique, et l'explication précise qu'il fournit des phénomènes attribués à l'*état naissant*, dans plusieurs Mémoires publiés aux *Annales de Chimie*, 4e série, t. XVIII, p. 61, 66, 69 (1869), et déjà dans les mêmes termes, en 1864. (Voir mes *Leçons sur les méthodes générales de synthèse*, professées au Collége de France, et publiées la même année chez Gauthier-Villars, p. 403.)

namite fournissent des exemples bien connus de cette diversité dans les modes d'explosion. J'ai cherché à expliquer ces effets (*) par la multiplicité des décompositions dont un même composé défini est susceptible, décompositions qui se développent chacune à partir d'une température déterminée et avec une vitesse inégale et caractéristique. J'ai cité à l'appui de ces idées l'azotate d'ammoniaque, lequel éprouve, sous l'influence de la chaleur et suivant le procédé d'échauffement, cinq modes généraux de décomposition. Je vais donner le calcul exact de la chaleur dégagée dans ces cinq décompositions définies :

AzO^6H, AzH^3 solide $= Az^2O^2 + 2H^2O^2$ liquide..... $+57,3$

(1) » fondu $= Az^2O^2 + 2H^2O^2$ gaz........ $+46$ env.

(2) » » $= Az^2 + O^2 + 2H^2O^2$ gaz..... $+64$

(3) » » $= Az + AzO^2 + 2H^2O^2$ gaz... $+21$

(4) » » $= 1\frac{1}{2}Az + \frac{1}{2}AzO^4 + 2H^2O^2$ gaz $+52$

(5) » » $= AzO^6H$ gaz $+ AzH^3$ gaz..... -30 env.

» Quatre de ces réactions sont exothermiques et répondent à un phénomène explosif, tel que la combustion spontanée et avec flamme de l'azotate d'ammoniaque (*nitrum flammans*), projeté dans un tube de verre chauffé au rouge sombre. Mais la chaleur dégagée est très-différente, pouvant varier de 21 à 64, c'est-à-dire du simple au triple, même sans faire intervenir la cinquième décomposition endothermique, qui a toujours lieu en partie dans un échauffement lent. Les effets mécaniques produits par l'explosion seront donc extrêmement différents, suivant la réaction effectuée. Ajoutons enfin que la réaction véritable, lorsqu'elle a lieu brusquement, est presque toujours la somme d'un certain nombre des réactions précédentes, combinées en proportions inégales et effectuées sur des fragments différents de matière. L'azotate d'ammoniaque peut donc se décomposer, en réalité, suivant une infinité de manières distinctes. J'insiste sur ces phénomènes, parce qu'ils sont, je le répète, les types des décompositions multiples des matières explosives.

V. Formation thermique des azotates.

» 1. J'ai donné, à la page 168 de ces *Comptes rendus*, l'indication de la chaleur dégagée dans la formation de divers azotates anhydres depuis leurs éléments; je crois devoir entrer dans quelques détails nouveaux, à cause de l'importance du sujet. Je vais comparer la formation des sels d'une même

(*) *Sur la force de la poudre*, p. 165-169, 2e édition, 1872, chez Gauthier-Villars.

base, à partir de l'*acide* et de la *base anhydres* et *solides*.

SO^3 solide	+ BaO solide = SO^4 Ba dégage.....	+51,0	
AzO^5 solide	+ BaO solide = AzO^6Ba sec dégage..	+40,7	
CO^2 solide (*)	+ BaO solide = CO^3 Ba sec, environ.	+25,0	

» On voit que la chaleur dégagée diminue avec la force relative des trois acides, telle qu'on aurait pu la supposer d'après les analogies ordinaires.

» 2. Même remarque si l'on compare les *acides* dans l'état *gazeux* :

AzO^4 gaz	+ BaO solide = AzO^6Ba solide.........	+55,6
AzO^3 gaz	+ BaO solide = AzO^4Ba solide	+33,8
$C^4H^3O^3$ gaz	+ BaO solide = $C^4H^3BaO^4$ solide, environ.	+35
CO^2 gaz	+ BaO solide = CO^3Ba solide..........	+28

VI. — Formation des sels ammoniacaux solides depuis les éléments.

$Az^2 + H^4 + O^6$	= AzO^6H, AzH^3 dégage.....	+89,7	
$Az^2 + H^4 + O^4$	= AzO^4H, AzH^3 dégage....	+57,6	
$Az + H^4 + Cl$	= AzH^4Cl (Thomsen)......	+90,6	
$Az + H^4 +$ I gaz	= AzH^4I solide...........	+69,0	I solide : +64
$Az + H^5 + S^2$ gaz	= AzH^3, H^2S^2 solide, dégage.	+56,5	S^2 solide : +53,0
$Az^2 + H^4 + C^2$ gaz	= AzH^3, C^2HAz solide (**).	?+74,5	C^2 (diamant) : +32,5

» On voit par là que la formation de l'azotate et de l'azotite d'ammoniaque, depuis les éléments, n'offre rien d'exceptionnel : leurs propriétés explosives ne sont donc pas dues surtout à l'arrangement *antérieur* de leurs éléments, comme pour le chlorure d'azote, mais à la possibilité d'une *combustion interne*, réaction ultérieure qui dégage beaucoup de chaleur.

VII. — Formation de l'acide azotique hydraté depuis les éléments.

» Ces notions deviennent encore plus claires si l'on compare la *formation de l'acide azotique monohydraté*, AzO^6H, depuis les éléments, à celle d'un hydracide, tel que l'acide bromhydrique, HBr. En effet, l'association de l'hydrogène avec le brome gazeux : H + Br gaz = HBr gaz, dégage $+12^c$ environ ; tandis que l'association de l'hydrogène avec l'azote et l'oxygène gazeux, pour former l'acide azotique liquide, $(Az + O^6) + H = (AzO^6)H$ liquide, dégage +19,6, quantité que la vaporisation de l'acide ramènerait

---

(*) D'après la chaleur de vaporisation de ce corps : + 3,05 donnée par M. Favre.

(**) C^2 solide + H + Az = C^2HAz gaz absorbé — 14,0 d'après mes nouvelles expériences sur l'acide formique. Quant à la vaporisation du carbone, voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 176 et 162.

probablement vers $+13^c$, c'est-à-dire vers un chiffre très-voisin du gaz bromhydrique.

» La formation de l'acide azotique, comparée à celle d'un hydracide, n'offre donc rien d'anormal : aussi a-t-elle lieu à la rigueur, par l'union directe et simultanée de ses trois éléments libres, presque aussi facilement que la formation du gaz bromhydrique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Production de la levûre dans un milieu minéral sucré;* par M. L. **Pasteur**.

« J'ai annoncé autrefois et établi par des preuves que je considérais comme décisives que, non-seulement il ne se forme pas d'ammoniaque pendant la fermentation alcoolique comme on le croyait avant moi, mais que l'ammoniaque ajoutée à des moûts en fermentation disparaît pour contribuer à la formation des cellules du ferment, matière riche en principes azotés (1).

» J'ai prouvé, en outre, que la levûre alcoolique peut se multiplier dans un milieu composé de sucre pur, en solution aqueuse, d'un sel d'ammoniaque et des cendres de levûre ou des phosphates alcalins et terreux, entre autres ceux de potasse et de magnésie. Il est assurément peu d'expériences plus propres à nous éclairer sur la nature de la levûre et sur celle de la fermentation alcoolique. On y trouve également la première preuve que les matières albuminoïdes de certains êtres vivants peuvent se constituer par le sucre et l'ammoniaque, par les phosphates et les sulfates minéraux, à l'abri de la lumière et de la matière verte.

» Cette expérience était en contradiction formelle avec la théorie de la fermentation proposée par Liebig; aussi le célèbre chimiste allemand refusa de croire que les résultats précédents fussent vrais; du moins, profitant des difficultés que j'avais éprouvées à bien réussir l'expérience dont je parle, il essaya de trouver dans ces difficultés mêmes une fin de non recevoir de son exactitude. Lorsque j'en publiai tous les détails en 1860, j'indiquai avec soin les causes possibles d'insuccès, et je fis voir, en particulier, que les milieux minéraux sucrés sont beaucoup plus aptes à nourrir

(1) L'azote ne se dégage pas à l'état gazeux pendant la fermentation. Le gaz acide carbonique de la fermentation est complétement absorbé par la potasse. Le résidu de $\frac{1}{10000}$ environ d'azote qu'on obtient à la suite de cette absorption doit être attribué à l'azote de l'air des solutions de potasse même les plus concentrées.

les bactéries et la levûre lactique et d'autres productions inférieures que la levûre de bière elle-même; par exemple, ces milieux se remplissent facilement de divers organismes quand on les expose au contact de l'air, tandis qu'on n'y voit pas naître les levûres alcooliques, surtout au début des expériences (1). Or, dans l'obligation où j'étais alors d'opérer sur des matières plus ou moins souillées par les poussières de l'air atmosphérique et de me servir, pour semence, de levûre ordinaire qui est toujours plus ou moins impure, je n'avais jamais obtenu, à l'aide des milieux minéraux, une fermentation simple et active. Les fermentations lactique, visqueuse et autres qui apparaissent spontanément nuisaient promptement au développement de la levûre par l'acidité qu'elles apportaient dans la liqueur. Cela n'ôtait rien à la rigueur de la conclusion que j'avais déduite de mes expériences. On peut même dire que le point de vue général et philosophique, seul intéressé ici, était doublement satisfait, puisque je démontrais que les milieux minéraux étaient propres au développement simultané de plusieurs ferments organisés, au lieu d'un seul. L'association fortuite de diverses levûres ne pouvait infirmer cette conclusion que tout l'azote des cellules des levûres alcoolique et lactique provenait de l'azote des sels ammoniacaux, et que tout le carbone de ces ferments avait été emprunté au sucre, puisque le sucre était la seule substance qui, dans le milieu soumis aux expériences, contient du carbone. Liebig se garda bien de faire cette remarque, qui aurait détruit tout l'échafaudage de ses critiques, et il crut se donner les apparences d'un contradicteur sérieux en arguant que je n'avais pas eu une fermentation alcoolique simple. M. Fremy agit, à peu de chose près, de la même manière, lorsqu'il me demanda un jour, devant l'Académie, de transformer un verre d'eau sucrée en verre d'eau-de-vie par une fermentation alcoolique spontanée.

» Liebig a consacré une bonne partie du Mémoire qu'il a publié en 1870 à la critique de mes propositions sur la formation de la levûre par les substances minérales et le sucre. Après avoir fait diverses hypothèses sur la formation des substances albuminoïdes dans les plantes, formation qu'il considère comme une des plus grandes énigmes de la nature organique; il discute mes résultats et conclut en ces termes :

(1) Les levûres alcooliques peuvent s'y former lorsque ces milieux ont déjà donné naissance à d'autres productions organisées qui ont modifié la composition de ces milieux par l'apport de leurs matières albuminoïdes propres à la vie de la levûre. (Voir sur ce dernier point mon Mémoire de 1860, *Sur la fermentation alcoolique*, p. 64 et suiv.)

« J'ai répété un grand nombre de fois, avec le plus grand soin, l'expérience de M. Pasteur, et j'ai obtenu les mêmes résultats, sauf la formation et l'augmentation de la levûre. »

» Il rapporte, en effet, une de ses expériences, et c'est la seule qu'il cite, dans laquelle il a recueilli si peu d'alcool, qu'il a dû recourir non à l'alcoomètre pour le mettre en évidence, cet instrument n'aurait donné aucune indication, mais à des réactions très-délicates. C'était nier d'une manière absolue la vérité de mon expérience, car, à la rigueur, la quantité de levûre que j'emploie comme semence, quoiqu'infiniment petite, suffirait à expliquer la formation d'une aussi faible proportion d'alcool. L'assertion de Liebig touchant les quantités infiniment petites d'alcool par lui obtenues pouvait donc se traduire ainsi : *la levûre de bière semée dans un milieu minéral sucré ne se développe pas du tout*, et telle fut sa conclusion, comme on vient de le voir.

» L'Académie se rappellera peut-être la réponse que j'ai faite à M. Liebig en 1871. Je lui offris la nomination d'une Commission prise dans le sein de l'Académie des Sciences, devant laquelle je répéterais mon expérience. Si M. Liebig eût accepté, non-seulement j'aurais établi l'insuffisance de ses observations, mais j'aurais porté rapidement la conviction dans l'esprit de nos juges, par des dispositions expérimentales nouvelles, empruntées à un progrès de mes recherches, postérieur de quelques années aux expériences dont il s'agit. J'aurais profité des résultats que j'ai publiés sur le facile développement de la levûre au contact de l'air, et j'aurais produit devant les Membres de la Commission autant de levûre que M. Liebig aurait pu raisonnablement en demander.

» Aujourd'hui, je viens placer sous les yeux de l'Académie une expérience qui réalise d'une façon encore différente de celle que j'indique, et avec plus d'évidence, les résultats auxquels je suis arrivé en 1858. (*Comptes rendus*, t. XLVII, p. 101; 1858.)

» Dans mon travail sur la bière, j'ai annoncé que j'avais trouvé le moyen de mettre en œuvre les ferments organisés dans un état de pureté irréprochable. Il en résulte que je puis déposer dans un milieu minéral sucré de la levûre tout à fait pure, sans mélange des moindres germes d'organismes étrangers à sa nature. Je puis, d'autre part, à l'aide des dispositions que j'ai maintes fois décrites devant l'Académie, manier un liquide à l'abri de l'air commun, sans qu'il puisse recevoir de celui-ci aucun germe capable de se développer ultérieurement. C'est ainsi que la

levûre pure, semée dans un liquide également pur, y vit sans être gênée par les infusoires ou par les levûres lactiques, etc.

» Voici un vase qui ne contenait à l'origine que de l'eau distillée, du sucre candi très-pur, des cendres de levûre et un sel d'ammoniaque et où j'ai déposé une trace, pour ainsi dire impondérable, de levûre. La fermentation y est active; la levûre, d'une blancheur et d'une pureté très-grandes, s'est développée déjà en poids relativement considérable. Le sucre disparaîtra complétement, sans éprouver d'autres fermentations que la fermentation alcoolique. On peut, par ce moyen, faire fermenter des kilogrammes de sucre et développer toute la levûre correspondante en obligeant celle-ci à emprunter tous ses matériaux nutritifs à un milieu minéral, l'azote de ses matières azotées à l'ammoniaque, son carbone au sucre, c'est-à-dire à la matière fermentescible, son phosphate et son soufre à des phosphates et à des sulfates alcalins ou terreux. C'est bien là, mais pour ainsi dire dans toute sa perfection possible, mon expérience d'il y a quinze ans, qui avait été considérée à juste titre comme la meilleure preuve qu'on pût fournir, que la fermentation alcoolique est corrélative de la nutrition et de la vie de la levûre et la condamnation des théories alors régnantes de Liebig, de Berzélius et de Mitscherlich.

» A l'aide de la disposition qui est sous les yeux de l'Académie, on peut aller plus loin et montrer combien est erronée l'assertion ancienne de Turpin sur la transformation de la levûre en *Penicillium glaucum*, assertion reproduite et étayée de nouvelles observations par divers botanistes allemands, et que M. Trécul, dans ces dernières années, a de nouveau soutenue en France, quoique je l'aie combattue déjà en 1861 devant la Société philomathique. Voici comment l'expérience peut servir à mettre la vérité en évidence.

» Vient-on à vider le liquide fermentant à une époque quelconque de la fermentation, le dépôt de levûre qui reste dans le vase peut y séjourner au contact de l'air, sans que jamais on voie apparaître la moindre formation de *Penicillium glaucum*. Le milieu est néanmoins très-propre au développement de cette moisissure; car si l'on fait pénétrer dans le vase quelques spores seulement de *Penicillium*, une végétation abondante de la moisissure se montre ultérieurement. Les descriptions de MM. Turpin, Hoffmann et Trécul ont donc porté sur une de ces illusions qu'on rencontre si fréquemment dans les observations au microscope.

» Pour l'expérience dont j'offre un spécimen à l'Académie, on peut se

servir des diverses levûres alcooliques; celle qui réussit le mieux et que j'ai le plus souvent employée est la levûre ordinaire de la fermentation du moût de raisin (1).

» Une remarque digne d'attention, c'est que la levûre qui a poussé dans un milieu minéral devient plus propre à se multiplier dans un tel milieu; elle s'y acclimate, en quelque sorte, comme les plantes dans certains sols. Cela est vrai également de la vie de la levûre à l'abri de l'air, en présence du gaz acide carbonique.

» Comme liquide minéral, on peut employer du sulfate d'ammoniaque et les cendres de levûre plus ou moins dissoutes à la faveur du bitartrate de potasse ou d'ammoniaque ou bien le liquide composé par M. Raulin dans ses remarquables recherches sur le développement des mucédinées, liquide qui convient au moins aussi bien que les cendres de levûre, sinon mieux. »

FERMENTATIONS. — *Réponse à M. Pasteur, concernant la transformation de la levûre de bière en* Penicillium glaucum; par M. A. Trécul.

« M. Pasteur, qui, dans chacune de ses Communications, se plaint d'être attaqué sans raison par ses adversaires, est, en réalité, toujours le provocateur. Aujourd'hui encore, sans avoir le prétexte d'un fait nouveau à communiquer à l'Académie, il répète ce qu'il a dit plusieurs fois déjà contre les observations de Turpin, de MM. Hoffmann et Trécul.

» Il met sous les yeux de l'Académie une de ses anciennes expériences, représentée par un grand ballon surmonté de deux tubes recourbés, et contenant environ 2 litres d'une solution de sucre additionnée de tartrate d'ammoniaque et de cendres de levûre. Cette liqueur ayant été ensemencée de levûre de bière, M. Pasteur nous dit : « L'Académie le voit, la levûre » vit très-bien dans un pareil milieu; elle s'y multiplie, et bientôt la fer- » mentation est très-énergique. »

» Qu'est-ce que cela prouve? Absolument rien contre la *génération* dite *spontanée* de la levûre. De ce que la levûre de bière toute formée végète parfaitement dans une liqueur qui renferme tous les éléments nécessaires à sa nutrition, il n'en résulte pas que des cellules de cette levûre ne puissent être produites par des matières plasmatiques ou albuminoïdes en dissolution.

(1) Cette levûre est une levûre basse; mais ce n'est pas, comme je l'ai annoncé, la vraie levûre des *brasseries à fermentation basse*.

» Après quelques objections à la théorie de M. Liebig, M. Pasteur termine sa Communication en disant que, si l'on enlève le liquide, en conservant la levûre déposée au fond du ballon, on ne voit pas cette levûre croître en *Penicillium*, bien que des spores de *Penicillium* semées pardessus se développent en reproduisant la forme initiale.

» Cette simple assertion de M. Pasteur et le seul grand vase en partie plein de liquide, qu'il met sous nos yeux, ne nous font pas connaître les conditions précises dans lesquelles il prétend avoir fait son expérience. En tout cas, il est manifeste que ces conditions sont loin de réaliser celles dans lesquelles Turpin et moi avons fait nos observations. Lors même que M. Pasteur eût effectué la décantation de la plus grande partie du liquide dans lequel la levûre a végété, cela ne changerait pas suffisamment le genre de vie de celle-ci, qui resterait toujours entourée par la liqueur dans laquelle elle est née.

» Or, d'après M. Pasteur, la levûre de bière est une *anaérobie*, c'est-à-dire qu'elle vit dans un liquide privé d'oxygène libre ; pour qu'elle devienne *Mycoderma* ou *Penicillium*, qui sont des *aérobies*, il faut de toute nécessité, dans des circonstances favorables, la placer dans l'air ; car, sans cela, ainsi que le nom l'indique, il n'y a point d'*aérobie* possible.

» Pour obtenir la transformation de la levûre de bière en *Mycoderma cervisiæ* ou en *Penicillium glaucum*, il faut accepter les conditions dans lesquelles ces deux formes ont été obtenues. Si M. Pasteur persiste à tenir la levûre dans des milieux qui ne peuvent donner la modification voulue, il est clair que ses résultats seront toujours négatifs.

» M. Pasteur réplique que, dans les circonstances réalisées par Turpin et par M. Trécul, le *Penicillium* provient de spores tenues en suspension dans l'air. Cette assertion est sans fondement, pour deux raisons : 1° parce que, dans l'air en repos, il n'existe pas de spores de *Penicillium* en suspension, leur densité ne le permettant pas ; 2° parce que la levûre de bière passe de deux manières à l'état de *Penicillium* : A, directement, en produisant un filament à longues cellules, qui se ramifie et se termine par un pinceau de conidies ; B, en donnant d'abord un filament à cellules courtes, elliptiques, qui émet latéralement des rameaux à courtes cellules aussi, et constitue de la sorte, ainsi que je l'ai dit antérieurement après Turpin, le *Mycoderma cervisiæ*, dont l'extrémité ou celle de ses branches finit par produire des cellules plus longues qui engendrent les pinceaux du *Penicillium*.

» Comme cette dernière forme présente à la fois l'*état mycodermique* vers la base, et les *pinceaux* du *Penicillium* au sommet, il est prouvé du

même coup que le *Penicillium* peut naître du *Mycoderma cervisiæ*, et que le *Penicillium* et le *Mycoderma* sont engendrés par la levûre.

» Les formes *Mycoderma* et *Penicillium* étant réunies sur le même individu, il est démontré, comme je l'ai plusieurs fois répété, que les négations de M. Pasteur sont vaines, en ce qui regarde la parenté de ces deux formes, qu'il considère comme tout à fait étrangères l'une à l'autre, ainsi qu'à la levûre de bière. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Acétylène liquéfié et solidifié sous l'influence de l'effluve électrique.* Note de MM. **P.** et **Arn. Thenard.**

« En soumettant à l'action de l'effluve électrique, dans l'appareil de M. Arn. Thenard, MM. Thenard ont observé que ce gaz se condense avec une grande rapidité, 4 à 5 centimètres cubes par minute, et qu'il laisse bientôt sur les parois intérieures de l'appareil un corps solide, d'apparence vitreuse, plutôt cornée, d'une grande dureté et d'une couleur lie de vin.

» Soumis à l'analyse, ce corps donne exactement la formule élémentaire de l'acétylène gazeux. Ce corps s'est d'ailleurs jusqu'ici montré réfractaire à tous les dissolvants, même à l'acide nitrique fumant, qui, à froid, n'a sur lui aucune action immédiate.

» Jusqu'ici les auteurs ne sont pas parvenus à distiller l'acétylène solide; cependant, partageant les soupçons de M. Berthelot, ils ne sont pas éloignés d'espérer que le corps qu'ils ont obtenu est du bitumène ou un analogue.

» En variant leur expérience, ils ont également obtenu un corps liquide, qui, évidemment, a la composition élémentaire de l'acétylène gazeux; mais quelle en est la condensation? C'est également ce qu'ils ne peuvent encore dire. Ce corps est bien plus difficile à préparer que le précédent; aussi n'en ont-ils pu jusqu'à présent obtenir que de trop petites quantités pour en faire l'analyse et en donner la densité de vapeur. »

OPTIQUE. — *Recherches expérimentales sur les anneaux colorés de Newton;* par M. **P. Desains.**

« Pour vérifier expérimentalement la théorie des anneaux colorés de Newton, on se borne ordinairement à mesurer, sous une ou plusieurs incidences, les diamètres d'un certain nombre de ces anneaux. Une bonne vis micrométrique permet de faire ces mesures avec beaucoup de commodité

et de rigueur. On peut aussi employer une vis pour mesurer directement la quantité dont il faut écarter les deux verres l'un de l'autre pour forcer l'anneau de l'ordre n à venir prendre la place de la tache centrale, et cela dans les différentes couleurs prismatiques. D'après la théorie, cette quantité est égale à n fois la demi-longueur d'ondulation de la lumière employée. L'appareil que j'emploie dans le laboratoire d'enseignement de la Faculté pour vérifier ce point de la théorie a été construit avec beaucoup de soin par M. Laurent-Duboscq.

» Les anneaux se forment comme d'ordinaire entre une lentille et un plan. La lentille est fixe ou n'a que des mouvements de rappel; le plan se meut régulièrement sous l'action d'une bonne vis micrométrique dont le pas a été demandé égal à $\frac{1}{2}$ millimètre. Or, si l'on excepte des parties tout à fait extrêmes de cette vis, quelle que soit celle qui se trouve engagée dans l'écrou, on peut s'assurer d'abord que la marche angulaire, nécessaire pour faire rentrer soixante anneaux consécutifs dans la tache centrale, ou les en faire sortir, est constante.

» Ce premier point vérifie l'exactitude de la vis et cela, comme on voit, par un procédé simple et rapide et qui pourrait, il me semble, être appliqué en bien des cas.

» Deuxièmement, j'ai vu que cette marche angulaire correspondant à soixante anneaux est de 12°,85.

» On a donc, si le pas est bien $\frac{1}{2}$ millimètre,

$$60\,\frac{\lambda}{2} = 0^{mm},5\,\frac{12.85}{360},$$

d'où l'on déduit

$$\lambda = 0^{mm},000594.$$

» La lumière employée était celle du gaz salé, et l'on admet assez généralement que la longueur d'onde des rayons voisins de la raie D est $0^{mm},000589$.

» Il est facile de répéter des expériences analogues en éclairant les verres avec des rayons sensiblement homogènes pris dans les différentes régions d'un bon spectre, et je me suis assuré que le spectre d'une lampe Drummond est bien assez intense pour cet objet.

» Le nombre des anneaux qui passent pour un tour entier de la vis est de seize cent quatre-vingt-trois quand on opère avec la lumière voisine de la raie D; or, comme le bouton par lequel on agit n'a pas plus de 4 centimètres de diamètre, on voit qu'il faut faire mouvoir la main très-

lentement pour ne pas faire rentrer plusieurs anneaux à la fois dans la *tache centrale*. Quand on veut se borner à observer seulement le passage d'une quinzaine d'anneaux, il est préférable de conduire la vis motrice principale avec une vis tangente micrométrique elle-même. Dans mon appareil, un tour entier de la vis tangente correspond à deux anneaux et demi seulement, et l'on peut, par conséquent, fractionner aisément en plus de cent parties égales le mouvement de l'anneau qui répond à un déplacement de 0,000592 dans le verre mobile. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe de l'équation* $\int \frac{dQ}{T} = 0$, *pour tout cycle fermé et reversible;* par M. A. Ledieu (*).

« Avant d'entamer la question elle-même, nous entrerons dans quelques détails sur le mouvement de *changement de disposition intérieure* de tout corps, changement qui comprend, bien entendu, le changement de volume, mais aussi toutes les modifications et déplacements que les trajectoires de vibration des atomes peuvent subir sans que le volume varie.

» Ce point n'ayant pas été suffisamment développé dans nos Communications antérieures, plusieurs de nos démonstrations ont pu laisser à désirer dans l'esprit des lecteurs, d'autant que, faute d'avoir nous-même suffisamment approfondi alors le mouvement dont il s'agit, nous avons établi la relation générale donnée aux *Comptes rendus* du 18 août 1873, pour le cas particulier où les vibrations atomiques seraient seulement modifiées dans leur durée. Ce cas est *si particulier* qu'au premier abord la démonstration employée paraît inexacte, tandis qu'en réalité, et comme cela doit être, elle cadre avec la démonstration générale que nous donnons aujourd'hui, et qui convient aux variations simultanées de tous les éléments des vibrations et non pas seulement à la modification de leur durée.

» Par ailleurs, nous ne saurions trop insister sur ce que, dans notre théorie, nous supposons expressément que les atomes des gaz décrivent des *vibrations* aussi bien que ceux des solides et des liquides. Selon nous, ce qui caractérise les gaz, c'est que leur *énergie potentielle* est toujours nulle. Cette circonstance n'implique pas, du reste, qu'il y ait indépendance absolue entre les atomes, autrement dit que leurs actions mutuelles soient

(*) Il pourra être utile au lecteur de se reporter à nos Notes antérieures sur la *Thermodynamique démontrée directement*, insérées dans les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet, 4, 11, 18 et 25 août 1873, et du 5 janvier 1874.

nulles; on peut seulement inférer de là que la *somme* des travaux de ces actions doit nécessairement se réduire sans cesse à zéro.

» D'autre part, nous ne tenons pas compte des forces vives dues à la rotation possible des atomes *sur eux-mêmes*; car nous prouvons dans notre Mémoire que, d'après nos connaissances actuelles, ces forces vives auraient leurs variations négligeables par rapport à celles des forces vives vibratoires des atomes regardés comme des points matériels. Ce n'est pas à dire pour cela que nous considérions comme nuls en général les effets qui résulteraient de la rotation des atomes *sur eux-mêmes*. Avec notre ordre d'idées, ils le seraient dans les phénomènes calorifiques; mais nous admettons volontiers qu'ils pourraient être très-importants dans les phénomènes de polarisation, d'électricité, etc. Seulement, ils seraient probablement alors d'ordre cinématique, dépendant, par exemple, de l'orientation entre eux des axes de rotation.

» I. *Variation des éléments des vibrations atomiques d'un corps sous l'influence d'un changement de disposition intérieure et de température.* — Nous supposerons expressément dans ce qui suit que toute la masse du corps est à chaque instant en équilibre de température, et que les vitesses de changement de disposition intérieure sont négligeables, en d'autres termes que les vitesses par rapport au système de trois axes coordonnés indiqué en 1° ci-après, se réduisent, sans erreur sensible, aux vitesses *vibratoires*.

» Admettons que le corps soit soumis à l'influence de forces moléculaires extérieures, soit *mesurables dynamométriquement*, soit *calorifiques*, forces dont les caractères mécaniques propres ont été nettement rappelés dans le renvoi de la page 32 des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier. Le corps changera à la fois de disposition intérieure et de température. Il y aura alors, soit simultanément, soit isolément : 1° *changement de position, parallèlement à elle-même,* de chaque trajectoire de vibration par rapport à trois axes coordonnés rectangulaires, menés par le centre de gravité du solide fictif relatif au corps pour l'instant considéré et liés invariablement à ce solide; 2° *variation d'orientation* de cette trajectoire par rapport aux mêmes axes, et *modification de sa forme;* 3° *changement de son étendue*, laquelle peut évidemment être regardée comme une fonction exclusive de la durée commune des vibrations et du carré de la moyenne des vitesses vibratoires relatives à ladite durée pour la trajectoire considérée; 4° *variation de cette même durée.*

» Afin de bien comprendre ces changements et variations, il faut imaginer qu'à chaque atome correspond, d'instant en instant, une vibration

instantanée, laquelle serait justement la vibration qui se réaliserait si toutes les forces qui agissent sur l'atome passaient, à partir de l'instant considéré, par les valeurs qu'elles devraient prendre précisément pour que le corps ne change ni de disposition intérieure ni de température.

» Ainsi, la trajectoire de vibration $K_1 L_1$, correspondant au temps $t + dt$, proviendra, en quelque sorte, non-seulement du changement de forme et d'étendue de la trajectoire KL relative au temps t, mais encore de son déplacement, parallèlement à elle-même et en orientation, par rapport aux trois axes coordonnés mentionnés plus haut, après le transport, de kl en KL, de cette trajectoire primitive, sous l'influence du mouvement d'ensemble.

» De son côté, la durée de chacune des deux vibrations sera comptée à partir d'un point convenu de la trajectoire correspondante, caractérisé par le fait que la force vive vibratoire de l'atome y est nulle, ou s'y trouve valoir une fraction déterminée de la force vive maximum.

» En général, les deux époques de départ dont il s'agit ne correspondront pas au même *moment absolu* pour les deux vibrations KL et $K_1 L_1$. Supposons que $t = C + n\tau$ exprime l'époque *absolue* où un atome se trouve en G à la fraction n de sa vibration KL de durée τ. Quand l'atome sera venu de G en G_1, par le seul fait du changement de disposition intérieure du corps, c'est-à-dire *abstraction faite de son mouvement vibratoire,* sa position G_1 correspondra évidemment, dans la vibration $K_1 L_1$ de durée $\tau + \delta\tau$, à une fraction de cette durée $\tau + \delta\tau$ égale à n, si l'on convient expressément, ce qui est loisible, que les deux époques relatives aux positions G et G_1 sont *simultanées*. Dès lors, pour tenir compte à la fois de la simultanéité de ces deux dernières époques et, au contraire, de la non-correspondance des deux époques susmentionnées d'où l'on compte la durée des vibrations, il faudra, dans l'expression précédente de t, considérer C comme une fonction implicite de τ, telle que la variation $\delta C = -n\,\delta\tau$.

» II. *Des trois travaux partiels auxquels chaque atome est soumis dans les changements de disposition intérieure et de température d'un corps.* — On est toujours libre de décomposer le travail élémentaire total des forces qui actionnent chaque atome d'un corps en trois parties satisfaisant aux conditions suivantes :

» La *première partie* servira à communiquer à l'atome le *mouvement d'ensemble* HG, soit à transporter la vibration instantanée de kl à KL.

» La *deuxième partie* sera employée à transporter l'atome, du point G de la vibration instantanée KL de durée τ, et correspondant à l'époque t, en G_1 sur la vibration K_1L_1 de durée $\tau + \delta\tau$ et correspondant à l'époque $t + dt$. D'après ce que nous venons de dire au § I, ce transport devra s'effectuer de façon que l'atome occupe, sur la seconde trajectoire, la position G_1 qui correspond à la fraction n de la durée $\tau + \delta\tau$ égale à la fraction n de la durée τ relative à la position G qu'il occupait sur la trajectoire primitive KL. De la sorte, tous les atomes du corps se trouveront occuper *simultanément*, sur leurs nouvelles trajectoires, les positions respectives correspondant à la nouvelle disposition intérieure du corps. Le chemin élémentaire GG_1, ainsi décrit par chaque atome, sera le *chemin infinitésimal dû au changement de disposition intérieure du corps*.

» Enfin la *troisième partie* du travail élémentaire total sera employée à faire parcourir à l'atome l'élément G_1F_1 de la nouvelle trajectoire, lequel diffère, du reste, d'un infiniment petit de second ordre avec le chemin analogue GF de la trajectoire primitive relative au temps t.

» III. *Expression du travail élémentaire relatif au mouvement de changement de disposition intérieure d'un corps en fonction de la variation, tant de sa force vive moyenne vibratoire que de la durée des vibrations atomiques.* — Parmi les trois travaux élémentaires composant le travail total, et que nous venons d'énumérer, le deuxième offre la particularité de pouvoir s'exprimer en fonction de la *variation* de la force vive moyenne vibratoire du corps, et de la *variation* $\delta\tau$ de la durée commune des vibrations.

» Pour le démontrer, nous considérerons le mouvement élémentaire des points du système supposé en repos d'ensemble, autrement dit leur mouvement relatif aux trois axes (§ I) menés par le centre de gravité du solide fictif qui correspond au système pour le moment considéré, et fixés invariablement avec ce solide. Nous regarderons dès lors les coordonnées x, y, z de tout atome comme se rapportant à ces trois axes.

» Cela posé, il est clair qu'au mouvement de changement de disposition intérieure GG_1 correspondent les variations δx, δy, δz des coordonnées de l'atome.

» De leur côté, les composantes de la force d'inertie de l'atome supposé de masse m ont respectivement pour valeur

$$-m\frac{d^2x}{dt^2},\quad -m\frac{d^2y}{dt^2},\quad -m\frac{d^2z}{dt^2}.$$

» Appelons

X_θ, Y_θ; Z_θ, X'_θ,... les composantes suivant les mêmes axes des actions mo-

léculaires *extérieures mesurables dynamométriquement*, qui sont appliquées au corps;

X_φ, Y_φ, Z_φ, X'_φ,... les composantes des actions *moléculaires intérieures*.

» Appliquons le théorème de d'Alembert. Mais au préalable, remarquons que les quantités δx, δy, δz sont exclusivement des chemins de changement de disposition intérieure. Or, en vertu même de la propriété fondamentale des forces *calorifiques*, rappelée dans le renvoi de la page 32 des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier, les travaux de ces forces, dus aux chemins de l'espèce en question, sont sans cesse nuls (aussi bien, du reste, que ceux dus aux chemins de mouvement d'ensemble), et, par suite, ils ne doivent pas entrer en ligne de compte. Nous aurons alors trois équations de la forme suivante :

$$(\alpha) \qquad \Sigma X_\theta \delta x + \Sigma X_\varphi \delta x = \Sigma m \frac{d^2 x}{dt^2} \delta x.$$

» A un instant donné, classons tous les atomes du corps en *séries* d'atomes ayant le *même* mouvement infinitésimal dû au changement de disposition intérieure. Dans chacune de ces séries, les atomes occuperont simultanément *par groupe*, sur leurs trajectoires de vibration, des positions correspondant respectivement, si le corps est *simple*, à un certain nombre des positions *distinctes* qu'un même atome du groupe considéré vient occuper successivement sur sa trajectoire dans le cours d'une vibration. A cause du *nombre immense* d'atomes qui existent dans tout corps de volume appréciable et y vibrent à la fois, chacun des groupes d'une même série présentera à *un même instant* une suite considérable de phases relatives aux travaux des forces d'inertie dus à un chemin élémentaire donné de changement de disposition intérieure. Cette suite se confondra avec une suite de phases de même espèce extrêmement rapprochées concernant un des atomes du groupe pendant *la durée d'une vibration déterminée*, et pouvant être regardée comme identique pour les divers groupes de la série et de plus comme indépendante de l'instant considéré.

» Pour les corps *composés*, ce qui précède est encore applicable, à condition qu'on forme des séries et des groupes avec les atomes jouant le même rôle dans chaque molécule intégrante, et ayant par conséquent des trajectoires de vibration identiques.

» En un mot, la somme $\Sigma m \frac{d^2 x}{dt^2} \delta x$ pourra être regardée, à un instant quelconque, comme se rapportant à un nombre restreint et défini d'atomes pris dans chaque *série de groupes* et considérés à de *mêmes* phases extrêmement rapprochées d'une vibration *déterminée*, d'ailleurs *complexe* si le corps

est composé. Conséquemment, cette somme est, sans erreur sensible, une quantité constante pour un instant quelconque d'un mouvement vibratoire *donné*. En s'appuyant sur cette constance, on obtiendra, d'après une démonstration analogue à celle de notre Note des *Comptes rendus* du 11 août 1873,

$$(\alpha') \qquad \Sigma m \frac{d^2x}{dt^2}\delta x = \Sigma m \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau} \frac{d^2x}{dt^2}\delta x\, dt.$$

» Cherchons à transformer cette dernière expression; pour cela, remarquons que l'on a

$$\frac{d^2x}{dt^2}\delta x = \frac{\left(d\frac{dx}{dt}\right)\delta x}{dt} = \frac{1}{dt}\left[d\left(\frac{dx}{dt}\delta x\right) - \frac{dx}{dt}d\delta x\right],$$

d'où

$$(\beta) \quad \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\delta x\, dt = \frac{1}{\tau}\left[\left(\frac{dx}{dt}\delta x\right)_{t+\tau} - \left(\frac{dx}{dt}\delta x\right)_t\right] - \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt}dt.$$

Or le terme entre crochets du second membre de cette équation est nul; car, évidemment, la quantité $\frac{dx}{dt}\delta x$ aura repris, à la fin de la vibration, la valeur qu'elle avait au commencement; de la sorte il viendra

$$(\beta') \qquad \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\delta x\, dt = -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\frac{d\delta x}{dt}dt.$$

» Il restera à transformer le second membre de cette équation. En appelant toujours n la fraction, relative à l'instant considéré, de la durée τ de la vibration, on aura d'abord, comme il a été dit au § I,

$$t = C + n\tau,$$

C étant une fonction implicite de τ.

» Maintenant désignons, pour chaque atome, par

B_x^2, B_y^2, B_z^2 les projections sur les trois axes convenus de coordonnées, des moyennes des carrés des vitesses vibratoires pendant ladite durée de la vibration;

D_x, D_y, D_z les coordonnées d'un point convenu de la trajectoire de vibration. Comme il est loisible et avantageux de le faire, nous prendrons pour ce point la position actuelle de l'atome. En tout cas, les variations des coordonnées dont il s'agit correspondront exclusivement au déplacement qui résulte pour l'atome du changement de position, *parallèlement à elle-même*, de la trajectoire en question par rapport auxdits axes de

coordonnées, et conséquemment abstraction faite des déplacements de l'atome dus aux variations des autres éléments de la vibration.

» Nous pouvons toujours convenir que les trois coordonnées donnant, à un moment quelconque, la position de l'atome dans le mouvement relatif considéré, soient fournies par trois équations de la forme

$$x = D_x + f(\tau,\ B_x^2,\ n).$$

» Il nous sera aisé maintenant d'évaluer les chemins élémentaires δx, δy, δz, provenant exclusivement du changement de disposition intérieure du corps.

» En effet, d'après le § I : 1° ces chemins dépendent du *changement de position*, *parallèlement à elle-même,* de la trajectoire de vibration par rapport aux trois axes convenus de coordonnées; or ce changement est exclusivement fonction de D_x, D_y, D_z; 2° les chemins qui nous occupent semblent aussi devoir être influencés par la *variation d'orientation* et par la *modification de forme* de la trajectoire. Mais, eu égard à la signification de D_x, D_y, D_z, cette variation et cette modification, quand elles existent, reviennent en définitive, l'une et l'autre, à une rotation infiniment petite de la trajectoire autour du point x, y, z, rotation qui manifestement ne saurait affecter les valeurs de δx, δy, δz; 3° lesdits chemins relèvent encore du *changement de l'étendue* de la trajectoire, laquelle étendue, ainsi que nous l'avons déjà dit au § I, peut toujours être regardée comme une fonction exclusive de τ et de B_x^2, B_y^2, B_z^2.

» D'après tout cela, il est évident que les éléments de l'espèce δx s'obtiendront en *variant* l'équation en x, successivement par rapport à D_x, τ et B_x^2, ce qui se fera en regardant pendant cette opération n comme constant, à cause des conventions expresses faites au § I. On trouvera ainsi

$$\delta x = \delta D_x + \frac{dx}{dt}\,\delta\tau + \frac{dx}{dB_x^2}\,\delta B_x^2.$$

Différentions l'égalité précédente par rapport à t, en considérant D_x, τ et B_x^2 comme constants. Le premier membre de cette égalité donne d'abord

$$\frac{d\delta x}{dt} = \frac{d\delta x}{dn}\,\frac{dn}{dt}.$$

Dès lors, en opérant sur le second membre, il viendra

$$(\gamma) \qquad \frac{d\delta x}{dt} = \frac{d_x^2}{d\tau\, dn}\,\frac{dn}{dt}\,\delta\tau + \frac{d_x}{dB^x\, dn}\,\frac{dn}{dt}\,\delta B_x^2.$$

On obtiendra, d'autre part, en commençant par différentier l'équation en x,

et en la *variant* ensuite,

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx}{dn}\frac{dn}{dt},$$

$$(\varepsilon)\quad \frac{\delta dx}{dt} = \left[\delta\left(\frac{dx}{dn}\right)\right]\frac{dn}{dt} + \frac{dx}{dn}\,\delta\left(\frac{dn}{dt}\right) = \frac{d_x^2}{dn\,d\tau}\frac{dn}{dt}\,\delta\tau + \frac{d_x^2}{dn\,d\mathrm{B}_x^2}\frac{dn}{dt}\,\delta\mathrm{B}_x^2 + \frac{dx}{dn}\,\delta\left(\frac{dn}{dt}\right).$$

» En combinant entre elles les équations (γ) et (ε), on obtient

$$(\zeta)\qquad \frac{d\delta x}{dt} = \delta\frac{dx}{dt} - \frac{dx}{dn}\,\delta\left(\frac{dn}{dt}\right).$$

» Mais $\frac{dx}{dn} = \frac{dx}{dt}\frac{dt}{dn}$, et de l'équation $t = \mathrm{C} + n\tau$ on tire

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{\tau},\quad \delta\frac{dn}{dt} = -\frac{\delta\tau}{\tau^2}.$$

» L'équation (ζ) peut dès lors s'écrire

$$(\zeta')\qquad \frac{d\delta x}{dt} = \delta\frac{dx}{dt} + \frac{dx}{dt}\frac{\delta\tau}{\tau}.$$

» Cette valeur de $\frac{d\delta x}{dt}$, introduite dans l'équation (β'), donnera

$$(\beta'')\quad \left\{\begin{aligned} \frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{d^2x}{dt^2}\,\delta x\,dt &= -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{dx}{dt}\left(\frac{\delta dx}{dt} + \frac{dx}{dt}\frac{\delta\tau}{\tau}\right)\\ &= -\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\frac{1}{2}\,\delta\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt - \frac{1}{\tau}\frac{\delta\tau}{\tau}\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt.\end{aligned}\right.$$

» Si nous remarquons que l'on a évidemment

$$\int_t^{t+\tau}\delta\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt = \delta\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt,$$

l'équation (α), combinée avec (α') et (β''), donnera

$$(\alpha'')\quad \Sigma\mathrm{X}_\theta\,\delta x + \Sigma\mathrm{X}_\varphi\,\delta x = -\sum\frac{m}{2}\frac{1}{\tau}\,\delta\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt - \Sigma m\frac{\delta\tau}{\tau}\frac{1}{\tau}\int_t^{t+\tau}\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 dt.$$

» On trouvera, par rapport aux axes des Y et des Z, des équations analogues à la précédente. Additionnons les trois équations ainsi obtenues; mais rappelons-nous, dans cette opération, que, suivant l'hypothèse expresse faite au commencement du § I, les *vitesses* de changement de disposition intérieure sont supposées négligeables; dès lors

$$\frac{1}{2}\frac{1}{\tau}\sum\int_t^{t+\tau} m\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right] dt$$

sera justement égal à la force vive moyenne vibratoire du système, que nous avons représenté par $\frac{\Sigma m B^2}{2}$. A l'aide de cette remarque, nous arriverons à la relation

$$(\eta)\quad \Sigma(X_\theta \delta x + Y_\theta \delta y + Z_\theta \delta z) + \Sigma(X_\varphi \delta x + Y_\varphi \delta y + Z_\varphi \delta z) = -\frac{\Sigma m \delta B^2}{2} - \Sigma m \frac{\delta \tau}{\tau} B^2.$$

» Cette relation donne bien l'expression que nous nous proposions de trouver du travail élémentaire relatif au mouvement de changement de disposition intérieure du corps. Elle va nous permettre d'en établir deux autres plus générales, de la dernière desquelles nous déduirons, en fin de compte, l'égalité $\int \frac{dQ}{T} = 0$, qu'il s'agit de démontrer. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur l'enseignement de la Mécanique appliquée, donné par Poncelet.* Note de M. le général **Morin**.

« L'Académie ne s'étonnera pas, je l'espère, que tenant à honneur, comme je le fais, d'avoir été à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, d'abord, en 1829, l'adjoint et plus tard, en 1835, le successeur de Poncelet dans l'enseignement de la Mécanique appliquée, je croie devoir appeler son attention sur l'ensemble des travaux si originaux de notre confrère à ce sujet et provoquer la publication de la partie de ses œuvres qui s'y rapporte.

» Celle d'une partie du Cours de *Mécanique appliquée aux machines* professé par Poncelet à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, et celle de la deuxième édition de l'*Introduction à la Mécanique physique et expérimentale* du même auteur, faites par les soins de sa veuve, ont pour l'histoire de l'enseignement de la Mécanique, et pour la mémoire de celui qui en fut un des maîtres les plus illustres, une importance assez grande pour justifier de ma part cette intervention.

» Indulgent et bienveillant pour les travaux des autres, Poncelet était très-difficile pour les siens, les retouchait sans cesse et, trop fidèle au précepte du poëte, « vingt fois sur le métier remettait son ouvrage ».

» Les rédactions préparées, ses propres manuscrits en portent la preuve et sont couverts de notes, d'additions interlignées à plusieurs reprises et d'une écriture de plus en plus microscopique.

» Mais, pendant que, tout en poursuivant sans cesse d'autres recherches, il perfectionnait l'œuvre accomplie, le temps s'écoulait, la Science pour laquelle il avait ouvert la voie progressait, ses idées se répandaient, ses

préceptes, sa méthode étaient adoptés, et il avait souvent le regret de voir énoncer par d'autres les idées qu'il avait le premier mises au jour.

» De semblables contrariétés, plus vives encore peut-être, lui étaient réservées par suite de l'interruption forcée de ses études de Géométrie, lorsqu'en 1825 il fut appelé à accepter, sinon avec répugnance, du moins, comme il le dit, avec un vif sentiment de regret, la tâche honorable, mais laborieuse, de créer le Cours de Mécanique appliquée aux machines, qui devait l'obliger à ajourner la publication des travaux géométriques destinés à faire suite au *Traité des propriétés projectives des figures*, dont il avait trouvé les principes fondamentaux au printemps de 1813, pendant sa captivité à Saratoff, non loin du Volga.

» Cette science de la Géométrie, à laquelle il avait ouvert des voies nouvelles, avait été la consolation de sa longue et dure captivité; il lui en était justement reconnaissant, et tenait à prouver qu'elle était digne de prendre rang dans la Section de l'Académie qui en porte le nom. Il avait été, je puis le dire, péniblement froissé lorsqu'à l'occasion d'une vacance dans cette Section, on ne l'avait pas trouvé assez géomètre pour placer son nom sur la liste des candidats, et il a toujours tenu à tirer de cette exclusion une noble et légitime satisfaction.

» Ce sentiment seul peut expliquer comment, malgré les plus pressantes sollicitations, il a persisté à consacrer les dernières années de sa laborieuse et féconde vie à ses études de Géométrie, qui ne peuvent être dignement appréciées que du petit nombre de savants qui cultivent cette belle science, et à retarder sans cesse la publication de ses travaux de Mécanique, qui ont cependant et presque malgré lui, rendu son nom si justement populaire.

» Lorsqu'en 1825 Poncelet, fort souffrant encore des suites de sa captivité en Russie et attaché à la place de Metz, fut inopinément et presqu'à son corps défendant chargé d'organiser à l'École d'Application l'enseignement de la Mécanique appliquée pour les besoins des services de l'Artillerie et du Génie, il était fort peu préparé à cette mission, pour laquelle il ne pouvait trouver dans les ouvrages publiés et dans les cours professés jusqu'alors que bien peu de ressources : on ne possédait alors sur ces matières que les Notes de Navier sur l'architecture hydraulique de Bélidor, publiées en 1819.

» Malgré l'état fort triste alors de sa santé, Poncelet se mit résolûment à l'œuvre, et commença en 1825 son Cours, dont les premières leçons furent autographiées dans l'hiver de 1825 à 1826 par les soins de M. le capitaine du Génie Gosselin.

» Cette première édition, tirée à un petit nombre d'exemplaires, fut réimprimée en autographie en 1828, sans modifications importantes, et elle comprenait seulement les trois premiers Chapitres :

» *Section I :* Considérations générales sur les machines.

» *Section II :* Des principaux moyens de régulariser l'action des forces qui agissent sur les machines et d'assurer l'uniformité du mouvement.

» *Section III :* De l'évaluation des résistances passives.

» L'ensemble ne formait qu'un volume in-folio de 151 pages.

» Poncelet y posait déjà les notions fondamentales qui devaient lui servir de point de départ pour les applications si nombreuses qu'il se proposait de traiter.

» Dans son Cours de 1828, il aborda les questions les plus importantes pour le service de l'Artillerie : l'hydraulique, les récepteurs, les machines à vapeur, encore si peu connues, au point de vue scientifique.

» On ne possédait alors, pour guider les ingénieurs dans l'étude des cours d'eau, que les travaux de Prony, de Girard, de Navier; ceux d'Aubuisson n'avaient pas encore paru. Pour les moteurs hydrauliques, Gueniveau et Navier avaient donné des notions théoriques, mais à peine quelques résultats d'expériences. Poncelet seul, abordant d'une manière neuve et originale la question des roues qui reçoivent l'action de l'eau à leur partie inférieure, avait, dès 1825, posé les bases de la théorie des roues à aubes courbes, qui sont aussi celles de la théorie des turbines nouvelles inventées plus tard : il avait justifié l'exactitude de ses principes par des expériences délicates.

» Plus souffrant que jamais d'une affection d'estomac contractée dans la campagne de Russie, il ne pouvait, malgré toute son énergie morale, suffire à la fois à la préparation d'un Cours nouveau et à la rédaction de ses leçons, si nécessaires cependant à ses élèves, lorsqu'il trouva dans l'un d'eux un concours aussi inattendu que dévoué. Celui qui devait être plus tard l'illustre et regretté Lamoricière se chargea de ce soin, et s'acquitta heureusement de la tâche difficile pour tous, et surtout pour un élève, de reproduire avec clarté les idées du maître.

» Souvent arrêté dans ses recherches par le défaut des données fondamentales que l'expérience seule peut fournir, il demanda à mon activité ce que ses forces ne lui permettaient pas d'exécuter.

» C'est ainsi que, pour obtenir des bases à la théorie du tirage des voitures qui lui était demandée par l'Artillerie, il obtint qu'elle mît à ma disposition les ressources à l'aide desquelles j'ai pu exécuter, sur le frottement

et sur cette question, les expériences qui m'ont valu, pour la première fois, l'approbation de l'Académie.

» Toujours désireux de compléter son œuvre et de traiter toutes les questions de Mécanique appliquée qui se rattachaient aux services de l'Artillerie et du Génie, Poncelet les abordait successivement et n'avait presque jamais le temps de rédiger ses leçons. Il se bornait le plus souvent à préparer des résumés succincts. De 1832 à 1836, il me confia ce soin, et c'est à l'aide de ses notes et de ses conseils que, sous sa direction, je fis autographier, pour le service des élèves de l'École, le Cours qui vient d'être publié par M. Kretz.

» Lorsque je fus appelé à l'honneur de succéder à Poncelet, je me suis toujours fait un devoir de signaler à l'attention des élèves la concordance des faits avec les principes de ses théories, et leurs travaux nous en ont souvent offert des preuves remarquables, qu'il n'est pas hors de propos de rappeler.

» En effet, les levers d'usines exécutés par les élèves et les Mémoires qu'ils rédigeaient nous fournissaient souvent des vérifications fort curieuses des théories que leur avaient exposées Poncelet. Je retrouve dans les Notes que je conservais alors sur les meilleurs de ces Mémoires des preuves du succès qu'obtenaient dans ces études plusieurs de ces élèves consciencieux et ardents au travail, qui ont acquis depuis dans l'armée et dans le pays une réputation méritée.

» Quoique la science et l'expérience aient continué à progresser et que de nouvelles lumières aient été jetées sur une partie des questions que Poncelet a traitées, il importe à sa mémoire que son œuvre soit connue, afin que le monde scientifique n'ignore pas ce qu'il lui doit.

» Ainsi, les notions que, sous le titre modeste de *Leçons préparatoires au lever d'usines*, il a données sur l'hydraulique et sur les récepteurs, forment un ensemble qui fut pour lui l'occasion de coordonner ce qui avait été fait antérieurement sur les questions relatives au mouvement des eaux, et surtout d'étendre et de généraliser les applications du principe si fécond des forces vives au mouvement et à l'écoulement des fluides dans les tuyaux de conduite et dans les canaux.

» Les règles qu'il a données, les formules usuelles qu'il en a déduites, les expériences si nombreuses qu'il a organisées, exécutées et discutées avec son frère d'armes le colonel Lesbros, ont été et sont encore le guide de tous les auteurs qui ont écrit sur ces matières, et, pour ma part, je n'en connais pas jusqu'ici de plus sûr, quant aux principes.

» L'expérience, il est vrai, a fait connaître que les formules pratiques

déduites par Prony des observations de Dubuat, de Couplet et de Bossut, et que Poncelet avait adoptées, ne représentaient pas aussi exactement qu'on le pensait alors les circonstances de ces mouvements. Les beaux travaux de Darcy et de son savant successeur, M. Bazin, ont conduit à modifier assez profondément ces formules pour que les ouvrages dans lesquels on les avait prises pour bases des calculs d'application doivent être regardés comme surannés; mais les principes et les considérations théoriques développés par Poncelet n'en sont pas moins restés vrais et incontes-

» Ils ont même reçu par ses soins une vérification très-remarquable
tables.
que, malgré mes prières répétées, il n'a jamais fait connaître, préoccupé qu'il était toujours de recherches nouvelles, et plus avide de découvrir que de publier.

» Dans un voyage qu'il fit à Toulouse, en 1841, Poncelet s'entendit avec M. d'Aubuisson, le savant ingénieur auquel cette ville devait une belle distribution d'eau, pour faire des expériences destinées à contrôler l'exactitude de l'application du principe des forces vives aux pertes de vitesse et de pression occasionnées dans les conduites d'eau par les changements brusques dus aux étranglements, aux rélargissements et aux coudes. La question était alors un peu incertaine pour quelques savants, même à l'Académie.

» Les résultats des expériences confirmèrent pleinement l'exactitude de cette application, et la preuve en existe encore dans les notes manuscrites que Poncelet a laissées : je les ai vues à diverses reprises. On conçoit facilement l'intérêt qu'aurait encore aujourd'hui cette publication.

» Les principes que notre confrère avait exposés dans son Cours, au sujet de la construction des récepteurs hydrauliques, sont également devenus la base de tous les enseignements de Mécanique appliquée à ce genre de moteurs; et plus l'art du constructeur a su se rapprocher des conditions supposées par la théorie, plus les résultats de l'expérience ont confirmé ces principes.

» Plus tard, en effet, M. le général Didion est parvenu à résoudre approximativement, par des tracés géométriques, la question que Poncelet n'avait qu'abordée, mais sans pouvoir la résoudre complétement, avec les ressources de l'analyse. Ce savant officier général en a déduit des dispositions d'une exécution facile, qui donnèrent à notre confrère, vers la fin de ses jours, la satisfaction de voir le récepteur de son invention produire un effet utile, égal à celui des bonnes turbines.

» *Machines à vapeur.* — Si, depuis que Poncelet avait donné un ensemble

à peu près complet de formules pour mettre les élèves de l'École d'application de l'Artillerie et du Génie à même de se rendre compte de l'effet utile des machines dont ils étaient chargés d'exécuter le lever, l'art de la construction a varié, pour ainsi dire à l'infini, les formes et les proportions de ces moteurs; si la nature et les conditions du service qui leur est demandé ont été considérablement étendues et modifiées; les principes qu'il a posés n'en sont pas moins restés vrais, et sont encore appliqués.

» Les formules pratiques qu'il avait admises étaient le résultat d'observations et d'expériences que nous avions faites ensemble ou séparément, et elles peuvent être encore appliquées aux machines de construction analogue à celles sur lesquelles elles ont été déterminées.

» Le succès du Cours créé par Poncelet à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie et la voie nouvelle qu'il venait d'ouvrir avaient été trop remarqués pour que, à l'époque où Charles Dupin venait d'inaugurer en France l'enseignement des Sciences appliquées, tous les amis de la propagation de leur féconde lumière ne fissent pas appel au dévouement de notre confrère.

» Malgré l'état de sa santé, Poncelet ne fut pas sourd à cet appel, et en 1827 il ouvrait à Metz un Cours public et gratuit de Mécanique industrielle, Cours qu'il professa jusqu'en 1829 pour les artistes et les ouvriers.

» Profondément pénétré de cette vérité, trop méconnue de bien des professeurs, que les méthodes les plus simples et les plus directes sont les plus sûres pour faire pénétrer dans les esprits la lumière et les vérités fondamentales de la science, Poncelet, dès ses débuts dans cet enseignement, prit le parti de ne recourir pour ses démonstrations qu'aux notions élémentaires de la Géométrie, et posa, pour ainsi dire, comme un axiome fondamental de la Mécanique appliquée, et comme point de départ de toutes les applications, le principe fécond de la transmission du travail, qui n'est qu'une généralisation de celui qu'en Mécanique rationnelle on connaît sous le nom de *principe des vitesses virtuelles*.

» Aidé d'amis et de collaborateurs dévoués, il publia en 1829 la première partie de son Cours.

» Le succès de cette première édition, dans laquelle on voyait établir d'une manière si simple et si lucide les principes fondamentaux de la Mécanique, enveloppés jusqu'alors d'un appareil parfois inutile de calcul, fut tel que Poncelet dut s'occuper de compléter son œuvre. Il l'entreprit en 1830, fut malheureusement obligé par sa santé de l'interrompre, la reprit en 1835, la suspendit de nouveau en 1838 et ne put publier qu'en 1839,

sous le titre d'*Introduction à la Mécanique industrielle, physique ou expérimentale*, l'important ouvrage qui a jeté tant de lumière sur une foule de questions de Mécanique appliquée.

» Une troisième édition de cet ouvrage, éditée en 1870 par les soins pieux de Mme Poncelet, qui en a confié la direction à M. Kretz, ingénieur des Manufactures de Tabac, ne diffère de la deuxième que par quelques additions.

» En entreprenant de mettre à la portée d'un grand nombre d'auditeurs les principes de la Mécanique et de traiter toutes les questions qui s'y rattachent à l'aide des simples notions de la Géométrie élémentaire et des données de l'observation, Poncelet a rendu à la science l'immense service, trop dédaigné souvent, de la vulgariser, d'en répandre l'amour et de faire passer dans l'esprit de la jeunesse cette confiance, cette foi dans ses vérités, que n'inspirent pas toujours au même degré les méthodes en apparence plus savantes, mais non plus rigoureuses, qui prévalaient alors dans plus d'une école.

» Mais heureusement des hommes plus sages, plus expérimentés dans l'enseignement, et surtout plus amis de la science elle-même que de la forme sous laquelle elle se présente, songèrent qu'un tel enseignement devait être donné sur un plus grand théâtre, et firent appeler Poncelet à professer à la Faculté des Sciences de Paris un *Cours de Mécanique physique et expérimentale*.

» En 1837, Thenard et Poisson, auquel il convient surtout d'en rapporter l'honneur, convaincus, dès cette époque, que les sciences devaient prendre au temps présent, dans l'enseignement, une plus grande place que par le passé, décidèrent M. de Salvandy, alors Ministre de l'Instruction publique, à créer ce Cours qui devait être confié à Poncelet.

» Si, parlant à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie devant des élèves sortis de l'École Polytechnique, il avait pu recourir à la fois au raisonnement, à l'expérience, à la Géométrie et à l'analyse pour l'exposition de la science, il s'imposa pour le public, en partie moins bien préparé, auquel il devait s'adresser, la condition de renoncer à l'emploi du calcul infinitésimal, et de ne se servir que de la logique, de la Géométrie et des données de l'observation.

» C'est dans cet ordre d'idées que, de 1837 à 1841, Poncelet a professé ce Cours remarquable, pour la première rédaction duquel il fit appel à mon amitié, et dont le manuscrit, revu, augmenté et sans cesse révisé par lui, a été recopié en entier par une main dévouée, avec une patience que pouvait seule inspirer la plus tendre affection.

» Cette œuvre considérable existe complète, et sa publication me paraît d'autant plus désirable qu'outre l'honneur qu'elle ferait à la mémoire de son auteur elle contribuerait puissamment à propager en France, dans l'enseignement, l'usage trop négligé de s'adresser directement à l'esprit, au raisonnement des élèves, que l'on conduit souvent à perdre de vue la réalité des phénomènes à étudier, en les entourant d'un appareil superflu de calcul.

» Il est d'ailleurs d'autant plus important pour la mémoire de notre illustre Confrère que cette publication se fasse avec le soin convenable et dans toute sa pureté primitive, que déjà, depuis bien des années, ses méthodes ou d'autres analogues sont adoptées dans quelques enseignements de France et de l'étranger.

» Mais, en exprimant le vœu d'une publication complète de cette partie des œuvres de Poncelet, dans laquelle le respect pour la mémoire de l'auteur devrait interdire l'introduction de toute addition, je pense qu'il serait digne de l'Académie que, tout en rendant un juste hommage aux soins pieux de Mme Poncelet, la Compagnie se chargeât elle-même de cette publication, ainsi qu'elle l'a fait pour les travaux de plusieurs de nos Confrères.

» Si cependant cette proposition, que je crois digne de la mémoire de Poncelet, devait blesser des sentiments que j'honore, je serais le premier à la retirer, mais non sans regret. »

M. Daubrée fait part à l'Académie d'observations faites par M. le professeur Nordenskiöld, pendant un séjour que ce savant a fait l'été dernier dans les régions polaires.

« Ces observations font suite à celles qui ont déjà été communiquées, de la part de l'intrépide voyageur, il y a quelques mois, d'après des lettres écrites du Spitzberg (1); elles concernent particulièrement la poussière charbonneuse avec fer métallique qu'il avait signalée dans ces régions, la constitution des vastes glaciers qu'il a explorés au milieu des plus grands dangers, et enfin les gisements de plantes fossiles qui y sont aujourd'hui reconnus dans cinq étages distincts.

« J'ai enfin analysé la substance métallique que j'ai trouvée dans la poussière charbonneuse recueillie sur la glace et la neige pendant la dernière expédition, par 80 degrés de

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 464; 1873. *Geological Magazine*, t. IX (1872), p. 303 à 306 et 355 à 357.

latitude, et en 1870 sur l'Inlandis (mer de glace intérieure du Groënland) (1). La quantité de substance dont j'ai pu disposer était trop minime pour qu'il pût être question d'une analyse quantitative; mais en dissolvant cette poussière dans l'eau régale, séparant le fer par l'ammoniaque en excès, précipitant les autres métaux avec le sulfhydrate d'ammoniaque, puis traitant le précipité au chalumeau avec du borax, j'ai pu constater *la présence du nickel et du cobalt*. Quant au fer hydraté précipité avec l'ammoniaque, après avoir été de nouveau dissous dans de l'acide nitrique et précipité avec du molybdate d'ammoniaque, il donne la réaction du phosphore.

» J'ai encore examiné de la grêle tombée à Stockholm l'automne dernier, et j'y ai trouvé de petits grains noirs qui, triturés entre deux mortiers d'agate, donnaient des lames de fer métallique. Malheureusement cette grêle était tombée dans une ville où toutes les maisons sont recouvertes de toits en fer, et je ne mentionne ce fait que pour engager d'autres observateurs à renouveler ces observations dans des conditions plus favorables. Je suis personnellement convaincu que la grêle s'était condensée autour de grains minimes d'une origine cosmique flottant dans l'air, et que ce fer était de la même origine que le fer trouvé dans la neige par moi, à Stockholm et par mon frère en Finlande; mais il y a toujours une grande différence entre une conviction personnelle et une conviction scientifique; je regarde cependant comme prouvée par toutes ces observations l'existence d'une poussière cosmique tombant imperceptiblement et continuellement, fait d'une importance immense non-seulement pour la physique du globe, mais encore pour la Géologie et les questions pratiques, par exemple pour l'agriculture, à raison du phosphore (2).

» Vous savez déjà que mon projet de pénétrer des Sept-Iles (80° 40′) jusqu'à une latitude très-élevée, avec des traîneaux, a échoué, non à cause de la faiblesse de la glace, comme une erreur télégraphique l'a fait croire, mais à cause de la quantité de *Hummocks* qui s'étaient amassés autour de ces îles et qui formaient un terrain solide, mais impraticable, même pour les piétons. Je suis pourtant convaincu, à présent plus que jamais, que le seul moyen de pénétrer jusqu'aux régions inconnues des environs du pôle est, si l'on ne veut pas en venir aux ballons, de faire des *sledge-journey's* sur la glace, et que la mer libre ou navigable dans cette partie du globe est une pure fiction. Je vais prouver la fermeté de ma conviction en renouvelant l'essai de donner une solution définitive à ces intéressantes questions par une nouvelle expédition au printemps de 1875.

» Cette fois la continuation de notre route dans la direction septentrionale aurait été sans but : aussi me suis-je décidé à employer le reste du printemps et le commencement de l'été pour faire un tour autour du Nord-Ostland et une excursion dans l'intérieur de ce

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 187 et 461.

(2) On trouve quelquefois cette poussière accumulée en assez grande quantité par les torrents glaciaires. Une odeur très-désagréable qui caractérisait cette poussière annonçait qu'elle contenait une substance organique sujette à la fermentation, et, chose très-curieuse, cette substance organique donne avec l'ammoniaque la même solution brun foncé que la matière charbonneuse que laisse le fer d'Ovifak après sa solution dans l'acide nitrique; elle prête aussi la même résistance aux liquides oxydants les plus énergiques.

pays, qui, comme l'intérieur du Groënland, consiste en un immense glacier ou plutôt en une immense mer de glace, dont la surface est de 600 à 1000 mètres au-dessus du niveau de la mer. Comme les glaciers de la Suisse, ce glacier est partout interrompu par de larges crevasses, d'une profondeur excessive et d'autant plus dangereuses qu'elles étaient alors complétement cachées par un pont fragile de neige nouvellement tombée.

» Du reste des orages de neige continuels et d'épais brouillards causant les illusions d'optique les plus inattendues empêchaient de discerner une faible ondulation de terrain d'un grand précipice, et je suis encore étonné d'être revenu, avec M. Palander et mes neuf matelots, sans avoir eu à déplorer la perte d'un seul homme, ou bien quelque autre conséquence sérieuse des mille accidents arrivés pendant notre séjour d'une quinzaine de jours dans cette région du monde, la plus inhospitalière que je connaisse. Nos fatigues étaient naturellement récompensées par l'occasion de faire beaucoup d'observations sur la formation glaciaire, maintenant reléguée aux régions polaires, mais qui a recouvert toute l'Europe à une époque peu éloignée. J'ai même eu l'occasion de faire une observation assez intéressante pour la Minéralogie : j'ai trouvé que la transformation de la neige en glace passe par un état intermédiaire où la couche de neige est transformée en une couche de cristaux de glace formant des tables hexagonales montrant ∞p. et $0 p$; rarement des surfaces de pyramides; les cristaux sont souvent assez grands (diamètre 12 millimètres, épaisseur 3 millimètres), tout à fait transparents et ressemblant aux cristaux d'apatite incolore. Une coupe de la surface du glacier inférieur donne les couches suivantes :

» (*a*) Une couche de neige d'une épaisseur variable consistant en grains très-petits détachés, arrondis par le frottement des uns contre les autres et emportés par le moindre coup de vent, de la même manière que le sable du Sahara, (*b*) une couche plus solide consistant encore en petits grains ronds, plus bas transformés en (*c*) une couche consistant presque exclusivement en cristaux; dans la partie inférieure de cette couche, les cristaux s'arrondissent de plus en plus et se transforment peu à peu en (*d*) une couche de grains ronds, grands comme de petits pois. La véritable glace est formée par la compression de ces grains. Dans sa partie supérieure, elle est très-poreuse, mais plus bas elle devient de plus en plus solide; pourtant elle contient toujours de petites cavités remplies d'air condensé par la pression de la glace superposée et causant le craquement que l'on observe quand cette glace se fond.

» L'excursion au nord et au nord-est dura du 25 mai au 27 juin. Pendant le reste de l'été, nous nous occupâmes de recherches géologiques, botaniques et zoologiques, de draguages à de grandes profondeurs dans la mer, au nord du Spitzberg, si riche en Invertébrés.

» Je revisitai entre autres l'Isfjord et Bell-Sound, et je fus assez heureux pour rapporter de ces derniers fjords, les plus intéressants, sous le rapport géologique, de tous ceux de la région polaire, plusieurs riches échantillons de plantes fossiles provenant de plusieurs formations différentes, dont trois nouvelles pour les régions arctiques, savoir : les environs de Recherche-Bay à Bell-Sound, qui forment un véritable herbier fossile; le Cap-Lyell et le Scott-Glacier, où se trouvent des plantes miocènes; et l'embouchure d'un petit fleuve nommé par moi Robert-River, d'après le géologue de l'expédition arctique française qui visita ces parages en 1838, avec des plantes annonçant le terrain houiller. Toutes ces plantes fossiles ont été envoyées, pour être examinées et décrites, à M. Oswald Heer, de Zu-

rich, qui m'a envoyé un aperçu préliminaire de beaucoup d'intérêt. Nous avons à présent assez de matériaux pour nous donner une idée de la végétation et du climat arctique pendant les périodes suivantes :

» 1° Age intermédiaire entre les formations dévoniennes et houillères, contenant des Lépidodendrons, des Calamites, des Stigmaria des mêmes espèces et souvent même des mêmes variétés que ceux des formations correspondantes de l'Europe (Beeren-Eiland, Claesbillen, Bay et Bell-Sound).

» 2° Age houiller moyen, séparé du premier par d'immenses dépôts calcaires et siliceux, souvent presque exclusivement formés de grands Brachyopodes *spirifer*, *productus*, etc. J'ai réussi à trouver l'été dernier des plantes fossiles de cette importante formation à Robert-River, Recherche-Bay.

» 3° *Age jurassique*. — Une couche de houille appartenant à cette formation se trouve à Cap Boheman-Isfjord. On y trouve aussi des impressions des mêmes Cycadées et des mêmes Fougères qui caractérisent les couches de l'âge jurassique en Europe, ce qui montre qu'il n'y avait pas encore alors de différence prononcée de climat.

» 4° Craie inférieure (urgonienne). Groënland, 1870.

» 5° Craie moyenne. Isfjord, 1872-1873.

» 6° Craie supérieure. Groënland, 1870.

» M. Heer a déjà terminé sur les plantes crétacées un grand ouvrage qui sera bientôt publié dans la publication de l'Académie des Sciences de Stockholm.

» Les collections du Groënland sont surtout riches en espèces de la craie inférieure, en Fougères en Cycadées et en conifères, annonçant le même climat chaud, que la végétation de cette formation en Europe. Selon M. Heer, une différence de climat n'existait pas encore alors, et l'on trouve même dans la craie supérieure des plantes (par exemple des *Ficus*) annonçant un climat plus chaud que le climat miocène des régions arctiques.

7° *Age miocène*. — Pendant la dernière expédition, j'ai trouvé pour des plantes fossiles de cet âge trois nouvelles localités que je marquerai sur la nouvelle carte des noms de Cap Heer, à Isfjord, de Cap Lyell et de Scott-Glacier, à Recherche-Bay. On trouve surtout à ces deux derniers endroits des tiges et des feuilles extrêmement bien conservées de *Sequoia* et *Taxodium disthicum*, de *Glyptostrobus*, de *Quercus*, de *Populus*, de *Sorbus*, d'*Acer*, de *Tilia*, d'*Alnus*, de *Platanus*, de *Betula*, de *Cornus*, de *Carpinus*, d'*Ulmus*, de *Grewia*, etc., donnant une flore tertiaire beaucoup plus riche en espèces connues que la flore actuelle de ces régions maintenant si désertes et si glacées. »

M. E. Fremy fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier et qui a pour titre « Le métal à canon ».

M. le Secrétaire perpétuel, chargé de transmettre à M. Regnault l'expression des vœux de ses Confrères pour le rétablissement de sa santé, avait rempli sa mission avec empressement. Il a aujourd'hui la satisfaction d'annoncer à l'Académie le retour à Paris de l'illustre physicien. Ce retour s'est effectué sans fatigue, grâce à la sollicitude de M. Jacqmin,

directeur de la Compagnie de l'Est, qui a mis spontanément à la disposition de M. Regnault un wagon exceptionnel de malade.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, la place laissée vacante par le décès de M. *Coste*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. P. Gervais obtient.	33	suffrages.
M. Alph.-Milne Edwards	24	»
M. C. Dareste.	1	»

M. **P. Gervais**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

BOTANIQUE. — *Instructions pour le voyage en Tunisie de M. Doûmet-Adanson*; par M. **E. Cosson**.

« L'Académie m'ayant fait l'honneur de m'adjoindre à la Commission chargée de donner à mon excellent ami M. Doûmet-Adanson des instructions pour son voyage en Tunisie, je me suis fait un devoir de résumer dans cette Note les indications qui m'ont paru être les plus utiles pour guider dans ses recherches botaniques cet explorateur dont le zèle égale le dévouement à la science.

» Je crois devoir d'abord donner l'exposé succinct des explorations botaniques faites en Tunisie (1), exposé qui permettra au voyageur de mieux juger de l'intérêt que présentent les diverses localités qu'il doit visiter.

» Desfontaines, membre de l'Académie des Sciences, professeur de bo-

---

(1) Cet exposé est emprunté à la *Notice* publiée dans la *Flore d'Algérie* sur les voyages et les explorations des botanistes qui ont le plus contribué à faire connaître la Flore de l'Algérie et celle des deux États voisins, Tunis et Maroc (E. Cosson et Durieu de Maisonneuve, *Flore d'Algérie, Phanérogamie, groupe des Glumacées*; 1854-1867).

tanique au Muséum d'histoire naturelle de Paris, a, avec l'appui de l'Académie des Sciences, consacré plus de deux ans (du mois d'août 1873 au commencement de 1786) à l'exploration des Régences de Tunis et d'Alger. Après avoir débarqué à Tunis, il visita les environs de cette ville jusqu'au 22 décembre. A cette date, profitant du départ de la colonne qui, sous le commandement du bey, se rendait dans le Belad-el-Djerid pour la perception annuelle des impôts, il gagna Gafsa, Tozzer et Nefta, en passant par Kairouan. Vers la fin de février, il revint avec la colonne expéditionnaire à Gafsa, et de là, en passant par les ruines de Sfaïtla et de Sbiba et par la ville d'El-Ktef, à Tunis, où il était de retour dans les premiers jours d'avril. De Tunis, après plusieurs excursions dans les environs, entre autres à Zaghouan, il se rendit en avril 1784 en Algérie, où il resta jusqu'au mois de juillet de la même année. Revenu à Tunis et presque dès son retour, il gagna de nouveau le sud de la Régence, en suivant la mer jusqu'à Sfax et passant par Hammam-el-If, Herkla, Sousa, Monastir, El-Mahadieh et El-Djem (1).

» Vahl, botaniste danois, un des élèves les plus distingués de Linné, entreprit en 1783 un voyage botanique, aux frais du roi de Danemark, dans le nord de la Régence de Tunis, à l'époque même où s'y trouvait Desfontaines. Son herbier, conservé à Copenhague, renferme les plantes recueillies par lui; mais malheureusement les étiquettes ne portent guère d'autres indications d'origine que « *legi in regno Tunetano* ». Les indications de localités sont quelquefois plus précises dans l'ouvrage de Vahl (*Symbolæ botanicæ*; 1790-1794); mais cet ouvrage ne donne l'indication que d'une partie des plantes qu'il a observées dans son voyage.

» M. Pellissier, pendant qu'il était vice-consul de France à Sousa, a exploré la Régence surtout au point de vue géographique et archéologique; il a cependant recueilli un certain nombre de plantes à Sousa, et on lui doit la constatation de l'existence d'un *Acacia* gommifère à Talha, près Gafsa; il a, en 1853, publié la *Description de la Régence de Tunis* (1 vol. avec une carte).

» M. L. Kralik est certainement de tous les explorateurs de la Tunisie celui qui a réuni les documents les plus riches sur la flore de ce pays, où il reste encore à faire tant de découvertes et de constatations importantes au point de vue de la géographie botanique. En 1854, il n'a pas recueilli moins de mille espèces dans son voyage qui a duré près de six mois. La série de ses

(1) *Voir* le tome II de l'ouvrage publié par Dureau de la Malle : PEYSSONEL et DESFONTAINES, *Voyages dans les Régences de Tunis et d'Alger*; 1838.

courses en Tunisie a compris le trajet par terre de Tunis à Sousa et de là à Sfax, le trajet par mer de Sfax à Gabès, un séjour à Gabès, du commencement de mars à la fin de mai, utilisé pour de nombreuses courses aux environs de l'oasis et sur le territoire des Beni-Zid, le trajet par mer de Gabès à Nadour (tour aujourd'hui en ruines), le trajet par terre de Nadour à Sfax, une excursion à l'île de Djerba (l'ancienne *Lotophagorum insula*), un séjour d'un mois à Zaghouan et quelques promenades rapides aux environs de Tunis et aux ruines de Carthage.

» M. Espina, vice-consul de France, en 1854, à Sfax, a recueilli une importante série des plantes qui croissent aux environs de cette ville, et, dans une excursion aux îles Kerkenna, il a réuni d'intéressants documents sur la flore de ces îles.

» M. le Dr A. Lagrange, qui a exécuté plusieurs voyages dans diverses contrées du bassin méditerranéen, a fait, en 1864, plusieurs herborisations aux environs de Tunis; mais malheureusement il s'est borné à recueillir les plantes les plus caractéristiques, négligeant, comme la plupart des autres explorateurs, les espèces vulgaires, souvent aussi importantes pour la géographie botanique.

» M. H. Duveyrier, dont les consciencieuses explorations dans le Sahara ont si puissamment contribué au progrès des connaissances géographiques sur cette vaste région, a débuté en 1859 dans la carrière périlleuse des voyages par de longues pérégrinations dans le sud des provinces de Constantine et d'Alger et dans la partie la plus méridionale de la Régence de Tunis, où de Nefta il s'est rendu à Gabès; il est très-regrettable que les difficultés qu'il a rencontrées de la part des indigènes ne lui aient permis de recueillir qu'un bien petit nombre d'échantillons de plantes.

» Il est facile de voir, par ce rapide exposé des explorations botaniques en Tunisie, qu'il reste encore beaucoup à faire pour la flore de ce pays où, à part Gabès et Sfax, aucune localité du littoral n'a été l'objet de recherches suivies ou exécutées en saison convenable; M. Doûmet-Adanson y est donc appelé à enrichir la science de nombreux et importants documents. Les seules localités de l'intérieur, dans le sud de la Régence, sur lesquelles on ait des données suffisantes pour juger des caractères généraux de la végétation, sont Gafsa, Tozzer et Nefta, oasis situées au voisinage des grands chotts. Les seules localités de l'intérieur, dans la partie moyenne et dans la partie septentrionale de la Régence, qui aient été visitées par les botanistes n'ont été, pour ainsi dire, que traversées ou vues à des saisons défavorables. La côte orientale est plus connue, mais

son exploration offre encore bien des lacunes, et tout le pays au sud de Gabès est complétement inexploré au point de vue botanique.

» L'itinéraire que se propose de suivre M. Doûmet-Adanson, qui doit de Tunis se diriger vers le sud de la Régence, puis revenir à Tunis, en suivant à peu près la même route et en se guidant pour la durée de ses séjours sur l'état de la végétation, ne peut être qu'approuvé, car il permettra au voyageur de recueillir aux localités visitées deux fois par lui des documents bien plus complets que ceux réunis par ses prédécesseurs. Il y aura lieu d'insister spécialement sur les recherches à faire aux environs de Tunis et des ruines de Carthage jusqu'à environ 30 kilomètres au sud et à l'ouest; car une des lacunes les plus regrettables est certainement l'insuffisance actuelle des connaissances sur la flore des environs de Tunis, pour laquelle on est réduit à quelques espèces observées par Vahl, Desfontaines, M. L. Kralik et M. le Dr A. Lagrange. La flore de Tunis, bien que devant offrir de nombreuses analogies avec les localités algériennes voisines, la Calle et Bône, ne peut manquer cependant de présenter des caractères propres très-dignes d'intérêt. Il sera aussi très-important de séjourner à deux époques différentes sur quelques points de la côte, des plaines et des montagnes de l'intérieur, non explorés ou imparfaitement connus, pour y recueillir autant que possible des échantillons de toutes les espèces qui y croissent. M. Doûmet-Adanson trouvera d'utiles indications dans le catalogue complet de toutes les espèces observées jusqu'ici en Tunisie, que je me ferai un plaisir de lui communiquer, et dans lequel il trouvera consignées toutes les données du *Flora Atlantica* de Desfontaines, des *Symbolæ* de Vahl et du *Sertulum Tunetanum* de MM. E. Cosson et L. Kralik (1).

» Je ne puis que reproduire pour M. Doûmet-Adanson les termes mêmes dans lesquels M. Decaisne (2) appelait l'attention d'un autre voyageur sur une « question qui, depuis longtemps, occupe les savants, celle qui se rat-
» tache au *Lotus* des Lotophages; plusieurs naturalistes, et Desfontaines
» dans un Mémoire spécial, ont cru pouvoir rapporter le *Lotus* à une es-
» pèce particulière de Jujubier. Les fruits de *Lotus*, produits par un abris-
» seau épineux, auraient, suivant les traditions plus ou moins fabuleuses,
» la propriété de faire perdre la mémoire ou d'enivrer. Les Jujubiers, les
» *Elæagnus*, parmi lesquels on a cru reconnaître la plante des anciens, sont

(1) E. Cosson et L. Kralik, *Sertulum Tunetanum*. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*; 1857.)

(2) Decaisne, *Instructions destinées à M. le colonel Ducouret*. (*Comptes rendus*; 1849.)

» en effet des arbrisseaux épineux, mais leurs fruits mucilagineux et dou-
» ceâtres se mangent impunément. Tout récemment, M. Pellissier a ren-
» contré, dans le désert de Sousa, un arbrisseau épineux, dont les fruits
» enivrent et que les Arabes nomment *Damouk*. Nous signalons cet ar-
» buste aux recherches du voyageur. »

» Une question botanique non moins importante est la détermination de l'espèce à laquelle appartient l'*Acacia* gommifère constaté, comme il a été dit plus haut, à Thala, près de Gafsa, par M. Pellissier; cette station doit évidemment son nom à la présence même de l'*Acacia* (en arabe les Acacias épineux sont nommés *Têloh*, au pluriel *Thala*). L'arbre est là à sa limite géographique, et il y aurait un grand intérêt à savoir s'il doit être rapporté à l'*A. Arabica*, qui a son centre de végétation dans l'Afrique et l'Asie tropicales, ou à l'*A. gummifera*, que l'on rencontre au Maroc sous une même latitude. Dans le cas où M. Doûmet-Adanson ne pourrait visiter lui-même la station indiquée, il lui serait facile, pendant son séjour dans le sud, d'y envoyer un indigène pour recueillir des rameaux, autant que possible en fleurs et en fruits ou au moins en feuilles, en lui recommandant de ramasser sur le sol les fruits tombés de l'année précédente. Ces échantillons, même dans les conditions que nous venons de prévoir, permettraient de résoudre le problème intéressant qui est signalé à M. Doûmet-Adanson.

» Une des recommandations faites par M. Decaisne (*loc. cit.*) ne doit pas être négligée : « Desfontaines a observé, sur les bords du désert et dans le
» pays des Dattes, plusieurs plantes grasses qu'il a cru pouvoir rapporter
» à des espèces de l'Afrique australe; nous appelons sur ces végétaux l'at-
» tention du voyageur et nous demandons qu'il en envoie des boutures. »

» M. Doûmet-Adanson est invité à ne pas négliger la récolte des oignons des plantes bulbeuses qu'il rencontrera dans son voyage et à les envoyer en France par toutes les occasions qui s'offriront à lui, afin que ces plantes puissent être cultivées et étudiées ensuite dans leurs détails, mieux que l'on ne peut faire sur des échantillons secs, quel que soit le soin apporté à leur préparation.

» L'attention de M. Doûmet-Adanson doit être appelée sur les substances médicinales usitées parmi les Arabes : les échantillons qu'il en rapporterait, avec des notes sur leur usage et l'indication des noms indigènes des plantes qui les produisent, auraient un véritable intérêt. Il en est de même pour les plantes tinctoriales et celles employées dans la tannerie, et l'on ne saurait trop engager M. Doûmet-Adanson à en recueillir des échantillons en fleurs et en fruits. On doit également rappeler à M. Doûmet-Adanson les recom-

mandations suivantes de M. Decaisne (*loc. cit.*) : « Il n'est pas indifférent, » sous un autre point de vue, de connaître les diverses plantes alimen- » taires cultivées dans les contrées que le voyageur se propose de visiter. » *Nous* demandons, en particulier, les graines des nombreuses variétés de » Courges cultivées par les Maures; ces semences, bien mûres, renfermées » dans des sachets de toile, sur lesquels on inscrira le nom vulgaire et » l'usage, nous parviendront en bon état, car elles conservent pendant » plusieurs années leur faculté germinative. »

» M. Doûmet-Adanson est engagé à noter avec soin les limites géographiques et les limites d'altitude des diverses cultures, telles que celles du Dattier, de l'Olivier, de la Vigne, de l'Amandier, du Figuier, etc., ainsi que ces mêmes limites pour les espèces forestières ou essentiellement caractéristiques.

» Pour la recherche, la récolte et la préparation des échantillons d'herbier, des bois, des fruits et des graines, ainsi que pour toutes les indications générales concernant un voyage botanique, cette Note sommaire trouvera son complément le plus utile dans les Instructions générales rédigées par les professeurs du Muséum (1), et M. Doûmet-Adanson pourra peut-être aussi consulter avec quelque avantage les Instructions sur les voyages botaniques récemment publiées (2). M. Doûmet-Adanson est, du reste, trop versé dans la connaissance des plantes du bassin méditerranéen, et trop habitué aux explorations botaniques pour que l'on puisse mettre en doute le succès scientifique de son voyage, qui est appelé à enrichir la flore du nord de l'Afrique de précieux documents.

» Je prierai, en terminant, mes honorables confrères des Sections de Zoologie, de Botanique et de Minéralogie de transmettre à M. Doûmet-Adanson les instructions qu'ils auraient à lui donner et les *desiderata* qu'ils auraient à lui signaler.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

» M. de Quatrefages invite M. Doûmet-Adanson à rapporter tous les

---

(1) *Instructions pour les voyageurs et pour les employés dans les colonies sur la manière de recueillir, de conserver et d'envoyer les objets d'histoire naturelle*, rédigées par l'Administration du Muséum d'histoire naturelle.

(2) E. Cosson, *Instructions sur les observations et les collections botaniques à faire dans les voyages*. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*; 1871.)

crânes d'origine bien déterminée, de tout âge et de tout sexe, qu'il pourra se procurer, et lui signale particulièrement ceux des populations nègres du Sud, qui auraient le plus grand intérêt pour les études anthropologiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme*; par M. J.-M. GAUGAIN (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« 58. J'ai indiqué (nº 39) la distribution du magnétisme dans un électro-aimant formé d'un barreau de fer doux et de deux bobines placées sur chacune des extrémités du barreau. Je crois devoir revenir sur ce sujet, parce que M. Jamin s'en est occupé dans la Communication qu'il a faite à l'Académie le 12 de ce mois, et qu'il me paraît utile de faire connaître la signification que j'attribue aux faits qu'il a signalés. Dans le nº 39, que je viens de rappeler, je me suis uniquement occupé du cas le plus ordinaire, celui où les deux bobines sont parcourues par des courants de même sens; mais la méthode d'observation que j'ai indiquée peut être appliquée à tous les cas possibles, et l'on obtient sans aucune difficulté les courbes de désaimantation qui appartiennent : 1º au cas où le courant ne circule que dans l'une des deux bobines (A); 2º au cas où il ne circule que dans l'autre bobine (B); 3º au cas où il parcourt les deux bobines dans le même sens; 4º enfin au cas où les courants des deux bobines marchent en sens opposés.

» Maintenant, si l'on compare entre elles ces quatre courbes, on trouve que, pour un point quelconque du barreau, l'ordonnée de la troisième est égale, au moins approximativement, à la somme des ordonnées des deux premières, et que la différence de ces mêmes ordonnées reproduit à peu près l'ordonnée de la quatrième courbe. Ainsi, c'est lorsque les courants des deux bobines marchent dans le même sens que leurs actions s'ajoutent l'une à l'autre; ces actions se neutralisent en tout ou partie lorsque les courants ont des directions opposées. Lors donc qu'on mesure le magnétisme au moyen des courants d'induction, les résultats sont parfaitement conformes aux indications de la théorie des solénoïdes. Il me reste à faire voir comment cette théorie peut se concilier avec les phénomènes d'attrac-

(1) Voir *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre, 10 novembre et 22 décembre 1873.

tion constatés par M. Jamin. J'ai précédemment reconnu (n° 36) que l'intensité magnétique, mesurée par la méthode des oscillations, est proportionnelle à la dérivée de la fonction qui représente la loi suivant laquelle varie l'intensité du courant solénoïdal, ce qui revient à dire que l'attraction magnétique correspondant à un point donné du barreau se trouve déterminée par l'inclinaison que présente en ce point la courbe de désaimantation. Or si l'on compare les inclinaisons des quatre courbes dont j'ai parlé tout à l'heure, on trouve que, pour le point milieu du barreau, l'inclinaison de la troisième est nulle et que l'inclinaison de la quatrième est plus grande que l'inclinaison de la première ou de la deuxième. Par conséquent l'attraction magnétique doit être nulle dans le cas des courants de même sens; elle atteint sa plus grande valeur dans le cas des courants opposés : tels sont, en effet, les résultats obtenus par M. Jamin. Comme on le voit, ils ne font que confirmer la théorie des solénoïdes.

» La relation du n° 36, que je viens de rappeler, a été présentée comme un résultat d'expérience; mais il serait facile sans doute de l'établir par le calcul. Si l'on considère un solénoïde indéfini AB, il est clair que l'action attractive exercée en un point M sera la différence des actions exercées par les parties du solénoïde AM, BM. Or cette différence sera d'autant plus grande que l'intensité du courant moléculaire variera suivant une loi plus rapide dans le voisinage du point M; elle sera nulle quand l'intensité du courant moléculaire sera constante dans le voisinage de M, quelle que puisse être d'ailleurs la grandeur absolue de cette intensité.

» 59. Je reviens à l'étude des phénomènes qui dépendent de l'arrachement de l'armature. J'ai fait connaître, dans le n° 53, ce fait, au premier abord assez étrange, que lorsqu'on a aimanté un barreau de fer aussi fortement qu'il est possible de le faire au moyen d'un courant d'intensité déterminée, on peut augmenter son aimantation en employant des courants de même sens et d'intensité moindre. J'ai constaté, depuis ce fait encore plus singulier, que l'aimantation obtenue au moyen d'un courant d'intensité déterminée, peut être renforcée par un courant de sens contraire. Voici dans quelles conditions j'obtiens ce résultat : je fais passer un courant d'intensité $+I$ dans les bobines d'un électro-aimant muni de son armature, j'interromps ce courant sans détacher l'armature, je fais passer un courant de sens contraire et d'intensité moindre $-i$, j'interromps ce courant, j'arrache l'armature, enfin je l'applique et je l'arrache de nouveau un nombre de fois suffisant pour amener le magnétisme à l'état *constant*. A la suite de ces opérations, je trouve que l'aimantation persistante du barreau est beaucoup

plus forte que si le courant + I eût circulé seul dans les bobines de l'électro-aimant; il en est ainsi du moins quand l'intensité *i* a été convenablement choisie. Pour obtenir l'aimantation la plus forte possible, il faut que les deux courants + I et — *i* se dissimulent d'une manière à peu près complète. Ce résultat me paraît devoir s'expliquer de la même manière que celui du n° 53. Le nombre des molécules qui possèdent l'orientation positive est beaucoup moindre après le passage du courant — *i* qu'auparavant, mais lorsqu'on vient à arracher l'armature, ces molécules conservent, pour la plupart, leur orientation, parce que l'armature n'est que très-faiblement retenue et que son arrachement ne produit qu'un ébranlement très-léger. Quand, au contraire, le courant + I a circulé seul, l'ébranlement causé par l'arrachement de l'armature est violent, et il n'y a qu'un petit nombre de molécules qui puissent le supporter sans perdre leur orientation magnétique. On conçoit ainsi que le passage successif des deux courants + I et — *i* puisse donner une aimantation positive plus forte que celle qui est obtenue au moyen du courant + I seul.

» 60. D'après ce qui a été dit n° 52, il est clair qu'on peut trouver deux intensités I et *i* telles que le magnétisme constant développé par le courant le plus faible *i*, à la suite de vingt séries d'opérations, soit égal au magnétisme obtenu sous l'influence du courant le plus fort I après une série d'opérations unique; mais, bien que le barreau de fer aimanté de l'une ou de l'autre manière, donne les mêmes courants d'induction, son état magnétique n'est pas tout à fait le même dans les deux cas. Pour détruire complétement le magnétisme développé par le courant + *i*, il suffit de faire passer une seule fois un courant égal et de sens contraire — *i*, tandis que le magnétisme développé par le courant + I n'est détruit qu'en partie par le courant — *i*. Sans doute, le nombre des molécules orientées de manière à devenir magnétiques est le même dans les deux cas, mais l'épaisseur de l'espace annulaire dans lequel ces molécules se trouvent situées est plus grande lorsque l'aimantation a été obtenue au moyen du courant I que lorsqu'elle a été obtenue au moyen du courant *i*. En répétant les opérations qui produisent l'aimantation, on amène un plus grand nombre de molécules à l'orientation magnétique, mais on ne fait pas varier l'étendue de la zone qu'elles occupent. On ne la fait pas varier non plus lorsqu'on augmente l'aimantation par l'un des deux moyens indiqués dans les n°s 53 et 54. Je m'en suis assuré en suivant la même marche que dans le cas dont je viens de parler, celui où l'accroissement du magnétisme résulte de la répétition des opérations.

» 61. J'ai admis, avec M. Jamin, que l'épaisseur de la couche superficielle dans laquelle réside le magnétisme est d'autant plus grande que le courant dont on se sert pour développer l'aimantation est plus intense. Lorsqu'on admet cette hypothèse, on est naturellement conduit à se demander si la seule différence qui existe entre les aimantations produites par deux courants d'intensités différentes I et i, consiste dans les épaisseurs des couches magnétiques E et e qui leur correspondent. *A priori* il paraît naturel de penser que le courant le plus intense I n'agit pas seulement à une plus grande profondeur, mais qu'il agit aussi plus énergiquement, même dans l'épaisseur e de la zone accessible à l'action de l'un et de l'autre courant; en d'autres termes, il paraît probable que le nombre des molécules orientées magnétiquement, qui se trouvent dans cette couche e, est plus grand après le passage du courant I qu'après celui du courant i. Il serait sans doute très-difficile de s'assurer expérimentalement s'il en est ainsi pendant le passage du courant inducteur; mais la question devient plus aisément abordable lorsqu'on se borne à considérer le magnétisme rémanent. J'ai fait observer, dans le n° 51, qu'il y a plusieurs sortes de magnétisme rémanent, et jusqu'à présent je ne me suis occupé que de celui auquel j'ai donné le nom de *magnétisme constant*. Dans la série de recherches dont je vais parler, j'ai considéré le magnétisme rémanent, qu'un barreau en forme de fer à cheval conserve après l'interruption du courant inducteur, avant l'arrachement de l'armature, et voici la marche que j'ai suivie.

» Pour chaque groupe de valeurs données aux intensités I et i, je fais trois expériences : 1° l'armature étant appliquée, je fais passer le courant $+$ I dans les bobines de l'électro-aimant, je l'interromps, j'arrache l'armature et je détermine la valeur m du courant d'induction qui résulte de cet arrachement; 2° l'armature étant appliquée, je fais passer le courant $+$ I, je l'interromps, et, sans arracher l'armature, je fais passer le courant $-i$, je l'interromps à son tour, j'arrache l'armature, et je prends la valeur m' du courant d'induction résultant de cet arrachement; 3° enfin, l'armature étant appliquée, je fais passer le courant $+$ I, je l'interromps, et, sans déplacer l'armature, je fais passer successivement les courants $-i$ et $+i$; après avoir interrompu le dernier de ces courants, j'arrache l'armature et je détermine la valeur m'' du courant d'induction qui résulte de cet arrachement. »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la réunion bout à bout des fibres nerveuses sensitives avec des fibres nerveuses motrices*. Note de M. **A. Vulpian**, présentée par M. Claude Bernard.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Nous avons, M. Philipeaux et moi, présenté à l'Académie des Sciences, le 5 janvier 1863, les résultats de recherches que nous avions entreprises sur la réunion bout à bout des fibres nerveuses sensitives avec des fibres nerveuses motrices. Voici quel était le but de ces expériences. On savait que les fibres nerveuses des nerfs sensitifs et les fibres nerveuses des nerfs moteurs ont une structure identique. Les divers éléments qui constituent une fibre nerveuse motrice, c'est-à-dire le cylindre-axe, la gaîne de myéline, la gaîne de Schwann, se retrouvent dans les fibres sensitives, avec les mêmes caractères histologiques. Il s'agissait de savoir si ces fibres, anatomiquement semblables, sont semblables aussi sous le rapport des propriétés physiologiques. Les unes conduisent, il est vrai, dans l'état normal, les incitations motrices des centres nerveux aux muscles qui doivent entrer en action; les autres transmettent, de la périphérie au centre nerveux, les impressions reçues par les divers organes qu'elles innervent. Mais cette différence de fonction implique-t-elle une différence de propriété physiologique intrinsèque? Telle est l'importante question de physiologie générale que nous voulions élucider.

» Il nous avait semblé que l'on jugerait bien du degré de similitude des propriétés physiologiques dans les deux ordres de fibres, en unissant le bout périphérique d'un nerf moteur au bout central d'un nerf sensitif, et en examinant si les excitations mécaniques portant sur le nerf sensitif peuvent se propager, au travers de la soudure, jusqu'aux fibres du nerf moteur, pour provoquer, par leur intermédiaire, des contractions des muscles auxquels se rendent ces fibres. Pour cela, après avoir coupé le nerf hypoglosse et le nerf lingual, et après avoir arraché le bout central du premier et excisé un long tronçon du bout périphérique du second, nous avions réuni l'un à l'autre, par un point de suture, les deux segments laissés intacts, c'est-à-dire le segment central du nerf lingual et le segment périphérique du nerf hypoglosse.

» Trois à quatre mois après l'opération, non-seulement la soudure s'était faite, mais encore le bout périphérique du nerf hypoglosse, qui s'était d'abord altéré dans toute sa longueur, avait pu se régénérer et recouvrer en

grande partie sa structure normale. Si l'on mettait alors à découvert le bout central du nerf lingual, et si on le pressait entre les mors d'une pince anatomique, après l'avoir préalablement séparé de l'encéphale, par une section transversale, on voyait se produire des mouvements très-considérables de la moitié correspondante de la langue.

» Ces expériences nous avaient conduits à conclure que la propriété physiologique des fibres nerveuses de fonctions différentes ne doit pas être essentiellement dissemblable dans les unes et dans les autres, puisque l'ébranlement particulier, produit par un excitant mécanique dans les fibres sensitives, peut se propager sans difficulté à des fibres motrices unies bout à bout avec celles-ci.

» Les recherches que j'ai faites récemment sur la corde du tympan, et dont j'ai communiqué les résultats à l'Académie des Sciences au commencement de l'année dernière, m'ont inspiré des doutes sur la valeur réelle de ces expériences.

» J'avais constaté, plus nettement qu'on ne l'avait fait auparavant, qu'une des branches de la corde du tympan accompagne le nerf lingual dans sa distribution à la langue. Le nerf lingual, par conséquent, contient, dans tout son parcours, des fibres anastomotiques provenant, par la corde du tympan, d'un nerf moteur, le facial. Partant de cette donnée, je m'étais demandé d'abord quel rôle il fallait attribuer à cette anastomose, dans la modification physiologique subie par le nerf lingual, lorsqu'on a coupé en travers le nerf hypoglosse du même côté. (Nous avions prouvé, M. Philipeaux et moi, que, dans ces conditions, le nerf lingual acquiert, en quelques jours, une action motrice sur la langue, action qu'il ne possède pas dans l'état normal.) J'ai constaté et annoncé à l'Académie que cette modification est entièrement due à l'anastomose dont il s'agit.

» Une fois ce premier fait reconnu, il m'a paru nécessaire de soumettre à une investigation du même genre notre expérience relative à la soudure du nerf lingual au nerf hypoglosse. Puisque le nerf lingual, dans le point où on l'unit au bout périphérique du nerf hypoglosse, n'est pas, comme nous l'avions cru, un nerf exclusivement sensitif, puisqu'il contient des fibres provenant du nerf facial par l'intermédiaire de la corde du tympan, il était indispensable d'examiner si les excitations faites sur le bout central du lingual, lorsque le segment périphérique du nerf hypoglosse est régénéré, sont transmises à ce segment par les fibres sensitives du nerf lingual, ou par les fibres anastomotiques de la corde tympanique.

» J'ai fait sur des chiens un assez grand nombre d'expériences pour

mener cette recherche à bonne fin. Six animaux seulement ont survécu pendant un temps assez long pour que l'on pût les soumettre à un examen fructueux. Voici comment l'expérience a été faite sur tous ces animaux. On unissait le bout central du nerf lingual au bout périphérique du nerf hypoglosse, à l'aide d'un point de suture, après avoir arraché le segment central de ce dernier nerf et excisé un long tronçon du segment périphérique du lingual. Trois ou quatre mois après l'opération, on coupait la corde du tympan, du côté opéré, dans la caisse tympanique; puis, dix à douze jours après cette section, on mettait à nu le bout central du nerf lingual de ce côté. On le coupait en travers, le plus haut possible, et l'on irritait avec des excitants électriques ou mécaniques, la partie de ce nerf en rapport avec le nerf hypoglosse. On ne voyait pas la moindre contraction se produire dans la moitié correspondante de la langue sous l'influence de ces excitations, et cependant on constatait que la réunion était bien faite et que le bout périphérique du nerf hypoglosse était régénéré.

» Sur le dernier chien mis en expérience on avait réuni les nerfs des deux côtés. L'opération avait été pratiquée du côté gauche le 30 août 1873, et du côté droit le 27 septembre. Le 7 janvier 1874, on coupe la corde dans la caisse tympanique, du côté gauche. Le 17 janvier, on met à découvert le bout central des deux nerfs linguaux. On ne provoque aucun mouvement dans la moitié gauche de la langue, lorsqu'on électrise, avec de forts courants interrompus, le bout central du nerf lingual gauche. L'électrisation ou la pression du nerf lingual droit entre les mors d'une pince anatomique détermine, au contraire, des contractions très-nettes dans la moitié droite de la langue.

» On s'est assuré, après cet examen, que la soudure était bien faite des deux côtés et que la corde du tympan du côté gauche avait été coupée. Ce filet nerveux était entièrement altéré, et l'on retrouvait facilement, à l'aide du microscope, ses fibres en voie d'atrophie, dans le bout central du nerf lingual, jusqu'à l'endroit de la réunion de ce nerf avec l'hypoglosse.

» Quant au bout périphérique du nerf hypoglosse, il était régénéré des deux côtés. Je n'ai pas pu trouver de fibres récemment altérées dans celui du côté gauche; mais il est bien probable qu'une recherche plus attentive eût fait découvrir des fibres offrant les caractères de la première période de l'altération déterminée par la section des nerfs. Il est vraisemblable, en effet, que quelques-unes des fibres du bout périphérique du nerf hypoglosse devaient être en relation avec celles de la corde du tympan et qu'elles ont dû s'altérer comme celles-ci. Ce qui semble prouver qu'il en était ainsi, c'est

que, du côté gauche, le bout périphérique du nerf hypoglosse avait perdu toute action sur les muscles linguaux, tandis que, du côté droit, les excitants électriques ou mécaniques appliqués sur le bout *périphérique* de l'hypoglosse provoquaient des contractions de la moitié correspondante de la langue.

» Il semblerait résulter de ces dernières observations que la plupart des fibres qui se régénèrent dans le segment périphérique du nerf hypoglosse, lorsque ce nerf est soudé au lingual, ne possèdent, du moins pendant un certain temps, aucune action sur les muscles de la langue, et que, si l'on détermine des mouvements de cet organe en électrisant ce segment nerveux, l'excitation n'est conduite aux muscles que par un petit nombre de fibres, c'est-à-dire par celles qui sont en relation avec les fibres du rameau anastomotique donné au lingual par la corde du tympan. Il faut admettre, par suite, ou bien que le plus grand nombre des fibres régénérées du bout périphérique du nerf hypoglosse ne reprennent pas immédiatement leurs relations normales avec les faisceaux musculaires primitifs de la langue, ou bien que ces fibres régénérées ne sont, dans leurs parties essentielles, que des prolongements des fibres du bout central du nerf lingual, et que, comme telles, elles sont dépourvues de toute aptitude à faire entrer les muscles linguaux en contraction.

» En tout cas, les faits expérimentaux dont je viens de dire quelques mots montrent clairement que les expériences de réunion bout à bout du nerf lingual et du nerf hypoglosse ne sauraient plus être invoquées comme prouvant que des excitations électriques ou mécaniques portant sur des fibres sensitives peuvent se transmettre librement à des fibres motrices. Nos anciennes expériences étaient exactes; mais l'interprétation que nous en avions donnée, et qui avait été adoptée par la plupart des physiologistes, était erronée. Les notions nouvelles que nous avons acquises sur la physiologie de la corde du tympan pouvaient seules faire reconnaître l'erreur.

» Les résultats de nos expériences actuelles ne peuvent pas d'ailleurs être considérés comme une réfutation péremptoire de l'opinion des physiologistes qui admettent que les fibres sensitives, motrices, sympathiques, ont la même propriété physiologique intrinsèque, la névrilité, propriété dont la mise en activité donne lieu à des effets fonctionnels différents, suivant les connexions centrales et périphériques des fibres nerveuses dans lesquelles elle entre en jeu.

» La question de l'identité de la propriété physiologique de toutes les fibres nerveuses reste donc en litige, et il est difficile de prévoir de quelle façon et dans quel sens elle sera résolue. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles (classe des Polygonoïdées et des Cactoïdes)*; par M. Ad. Chatin.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« I. L'androgénie révèle dans les Polygonoïdées, plantes comprises à tort par Lindley, malgré leur ovule orthotrope, dans son alliance (classe) des *Silenales* (Caryophyllinées), un type floral des plus dignes de fixer l'attention, non-seulement en lui-même, mais aussi par les divergences et les analogies, tant prochaines qu'éloignées, qu'il révèle.

» Le *Rheum* offre un périanthe à six divisions, dont les trois plus intérieures, alternes aux autres, ont l'apparence de brillants pétales dans l'*Atraphaxis* et les fleurs femelles du *Ceratogonum*. Comme on l'observe le plus souvent pour les éléments des corolles, les trois parties du verticille interne du *Rheum* naissent à la fois, tandis que les trois écailles externes naissent successivement, attribut des calices. L'organogénie, comme les rapports de position, comme la morphologie dans l'*Atraphaxis*, etc., indique donc que, des six écailles formant le périanthe du *Rheum*, les trois externes sont un calice, les trois internes une corolle. Les étamines du *Rheum*, au nombre de neuf, apparaissent en deux fois et sur deux verticilles dont l'un, plus extérieur et premier-né, se compose de trois couples d'étamines superposées aux sépales, l'autre verticille étant formé de trois étamines solitaires et placées chacune devant l'un des pétales. J'ajoute que les carpelles, au nombre de trois, alternent avec les étamines dernières-nées ou oppositipétales; c'est donc, moins les étamines externes qui sont ici disposées par couple, au lieu de se présenter solitaires, le type floral des Joncs et du plus grand nombre des Monocotylédones.

» Le *Triplaris* ne diffère pas du *Rheum*. On peut en dire autant des *Chorizanthe*, *Eriogonum*, *Mucronea* (observés seulement sur le sec), chez lesquelles on voit nettement, surtout dans les jeunes boutons, trois couples d'étamines disposées sur un cercle plus extérieur que celui passant par les étamines isolées.

» Le *Rumex* a les enveloppes florales du *Rheum*, mais son androcée est réduit aux trois couples d'étamines opposés aux sépales, le verticille, qui

devrait se superposer aux pétales, étant atteint d'avortement congénital; l'androcée du *Podopterus* m'a paru ne pas différer de celui du *Rumex*.

» *L'Oxyria* et *l'Atraphaxis*, qui ont la fleur dimère, portent chacun deux couples d'étamines placés respectivement devant les sépales; comme le *Rumex*, ils ne produisent pas de verticille staminal oppositipétale.

» On dit le *Polygonum* pourvu d'un calice à cinq sépales, et privé de pétales; mais comme, de plus que le *Rheum* et le *Rumex*, ce genre porte une bractée stérile au-dessous du calice, on peut, en supposant cette bractée remontée contre le périanthe et en faisant partie, considérer que les six pièces de ce périanthe répondent : les trois extérieures au calice, les trois internes à la corolle du *Rumex*. M. Payer a émis cette vue, qui me paraît appuyée par la structure suivante du *Ceratogonum* : fleurs mâles, périanthe à cinq divisions (comme le *Polygonum*); fleurs hermaphrodites, périanthe à six divisions (comme le *Rumex*), avec cette particularité caractéristique que le verticille interne est pétaloïde. J'admets, dans ce qui suit, l'existence, chez le *Polygonum* et le *Coccoloba*, genre du même type, de deux verticilles trimères.

» Des huit étamines, attribut du *Coccoloba* et, le plus souvent, du *Polygonum*, cinq naissent les premières, à la fois et sur un rang extérieur; quatre de ces étamines forment deux couples placés devant chacun des sépales externes; la cinquième, qui complète, avec les deux paires d'étamines, un verticille, est située au-dessus de la bractée qui, remontée, compléterait un calice trimère; les trois autres étamines naissent peu après les cinq précédentes et se superposent aux trois divisions internes du périanthe, c lles-là mêmes qui, dans l'hypothèse, représentent les pétales.

» Ce mode de formation des huit étamines du *Coccoloba* se présente identique dans le *Polygonum Bistorta* et le *Fagopyrum esculentum*. Il est le même que dans le *Rheum*, avec cette seule différence que, devant le sépale le plus externe (la bractée), il apparaît une étamine solitaire au lieu d'un couple d'étamines. Quelques *Polygonum* (*P. orientale, P. Persicaria, P. Hydropiper*) n'ont que sept, six ou cinq étamines; c'est que une, deux ou trois des étamines du verticille interne ont avorté : j'ai même vu des fleurs du *P. Hydropiper*) réduites à quatre étamines, ce qui est l'état ordinaire du *P. gracile*, par l'avortement de l'étamine solitaire du verticille externe. L'*Emex* n'a le plus souvent aussi que les quatre étamines des deux paires du verticille externe, parfois cinq par l'apparition de l'étamine superposée à la bractée, ou six par la présence de l'une des étamines du verticille interne.

» Suivant M. Payer, les paires d'étamines des Polygonées proviennent chacune d'un mamelon d'abord simple, qui plus tard se dédoublerait; je les ai vues formées, dès le plus jeune âge, par deux mamelons bien distincts. Les couples d'étamines ne sont donc pas des étamines dédoublées, mais des étamines conjuguées.

» Quant aux éléments de l'ovaire, ils sont bien au nombre de trois et alternent avec les étamines du verticille interne, ainsi qu'Aubert du Petit-Thouars l'avait déduit de faits tératologiques et que l'indiquait l'Anatomie. Or les rapports symétriques des parties constituantes de l'ovaire fixent tout à fait le type floral des Polygonoïdées.

» Qu'on mette à la place des étamines accouplées des étamines solitaires, et ces plantes, les *Rheum* et *Rumex* surtout, types du groupe, auront la symétrie florale ternaire, ordinairement si régulière, des Monocotylédones. Si, en effet, on détache de leur tige, qui garde avec les feuilles (moins la graine toutefois) les attributs des Dicotylédones, une fleur de *Rheum*, on pourra la confondre avec celle du Jonc commun, chacune ayant : double enveloppe trimère et scarieuse, deux verticilles d'étamines dont le plus extérieur est opposé au calice et naît le premier, un ovaire tricarpellaire, trigone et couronné par trois stigmates. Le *Rumex*, réduit au verticille staminal externe par l'avortement du verticille dernier-né du *Rheum*, répondra à son tour aux *Juncus pygmæus* et *capitatus*, chez lesquels manquent les étamines dernières-nées du *Juncus effusus* ou du *Luzula*.

» La symétrie et l'évolution régulièrement centripète de l'androcée des Polygonoïdées rattache d'ailleurs ces plantes au type assez peu commun, chez les Dicotylédones, des Légumineuses et des Limnanthées; il est même à noter que, parmi celles-ci, le *Flœrkea* a la fleur trimère comme celle du *Rheum*.

» Les caractères spéciaux que présente l'androcée dans la position et l'évolution de ses verticilles s'accordent, en somme, avec l'ensemble de la symétrie florale, avec la nature de l'ovule, la situation de l'embryon et l'ocrea si caractéristique, pour faire des Polygonées, avec M. A. Brongniart, une classe spéciale de laquelle doivent être rejetées vers les Phytolaccées les Nyctaginées qu'y réunissait Bartling dans ses Fagopyrinées. Il y a d'ailleurs opposition absolue entre l'androcée à évolution centrifuge et à verticille interne oppositisépale des vraies Caryophyllinées et celui des Polygonoïdées : le rapprochement opéré par Lindley ne saurait donc être maintenu.

» II. Les Mésembryanthémées, réunies par Endlicher à ses Caryophylli-

nées, ont été retirées de celles-ci par M. A. Brongniart pour en former, avec les Cactées, la classe des Cactoïdes. L'androgénie justifie pleinement ce dernier rapprochement, à la condition, toutefois, de laisser les Tétragoniées avec les Portulacées.

» L'androcée polystémone des vraies Cactoïdes (*Mesembryanthemum*, *Cactus*, *Echinocactus*, *Echinopsis*, *Opuntia*, etc.) se produit successivement de dedans en dehors du réceptacle, c'est-à-dire dans l'ordre centrifuge, comme chez les Cistinées, Clusiacées, Tilliacées, etc.; mais là s'arrêtent les analogies entre ces familles.

» En effet, tandis que dans les Tilliacées et les Cistinées les développements consécutifs à la formation première des étamines se continuent dans le même sens, de telle sorte que les étamines premières-nées seront aussi les premières à compléter leur maturation, il y a dans les Cactées et les Mésembryanthémées renversement complet d'évolution entre l'ordre de naissance et l'ordre des développements consécutifs à celle-ci.

» C'est peu de temps après l'apparition des dernières étamines que leurs aînées sont frappées d'un arrêt relatif de développement en même temps que celles-là, savoir les cadettes, progressant rapidement, deviennent les plus longues et sont les premières à ouvrir leurs anthères. Cette inversion entre l'ordre de naissance et celui des développements consécutifs est un fait rare et au plus haut point caractéristique des vraies Cactoïdes. On le retrouve dans l'*Hepatica*, mais avec cette différence qu'ici c'est la formation qui est centripète, et le développement ultérieur centrifuge.

» Au résumé, il est établi par l'organogénie que les Polygonoïdées et les Cactoïdes (celles-ci séparées des Tétragoniées) constituent deux classes bien délimitées. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur les végétaux silicifiés d'Autun. Étude du genre* Myelopteris. Mémoire de M. **B. Renault**, présenté par M. Brongniart. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Brongniart, Daubrée.)

« Dans son ouvrage intitulé : *Dendrolithen*, page 58, Cotta a réuni dans son genre *Medullosa* trois sortes de tiges, savoir : 1° le *Medullosa elegans*; 2° le *Medullosa porosa*; 3° le *Medullosa stellata*.

» Le *Medullosa porosa* n'a pas été retrouvé depuis Cotta, et on ne le connaît que par le peu qu'en a dit ce savant.

» Quant aux deux autres, les différences profondes de leur partie cen-

trale et de leur partie ligneuse ou corticale ont porté M. Brongniart, dans son tableau des genres des plantes fossiles, en 1849, à en former deux genres distincts, le *Myeloxylon* et le *Medullosa stellata*.

» Göppert, dans sa flore fossile permienne (1865), plaça, comme l'avait déjà fait M. Brongniart, dans deux genres distincts ces deux tiges, qu'il désigne sous les noms de *Medullosa stellata* et de *Stenzelia elegans*; il rapproche le premier de ces genres des Cycadées; quant au second, il en fait un végétal *prototype*, dans lequel il croit reconnaître réunis les trois grands types de la végétation actuelle; au centre, il trouve l'organisation des Fougères, à la périphérie celle des *Dracœna*, et les éléments ligneux, en se disposant en lames rayonnantes, lui rappellent la disposition des fibres ligneuses des *Gymnospermes*.

» Les échantillons de *Medullosa* trouvés à Autun par Mgr Landriot et déposés entre les mains de M. Brongniart, ceux que j'ai pu recueillir également, étant plus complets que ceux récoltés en Allemagne, il y avait quelque intérêt à étudier de nouveau ces plantes extraordinaires, et c'est le résultat de ces recherches que je viens prier l'Académie de vouloir bien accueillir.

» Deux échantillons de *Medullosa elegans* de Chemnitz, envoyés au Muséum par Cotta lui-même, ont servi à la comparaison; de plus les détails grossis, figurés par Cotta et surtout par Göppert, rendent hors de doute l'identité des tiges allemandes et françaises, désignées sous les noms de *Medullosa elegans*, de *Myeloxylon* et de *Stenzelia elegans*. Un échantillon resté *unique* jusqu'à présent, figuré par Cotta et présentant *en un point* de la périphérie deux anneaux ligneux extérieurs concentriques, offrirait quelque incertitude qui ne pourrait disparaître que par un examen attentif et plus approfondi de l'échantillon lui-même.

» Pour conserver le nom, premier en date, donné par M. Brongniart à ces portions de plantes, et en même temps pour rappeler leur nature, je les désignerai sous le nom de *Myelopteris*.

» Sur une coupe transversale, les *Myelopteris* offrent une moelle centrale volumineuse, formée de cellules polyédriques ou arrondies, parcourue par des faisceaux vasculaires renfermés dans une gaîne de tissu cellulaire formé lui-même de cellules plus petites et plus allongées que celles du parenchyme environnant. En même temps que les faisceaux vasculaires, se trouvent renfermés, dans cette espèce de gaîne, deux ou plusieurs canaux gommeux. Le faisceau vasculaire est entouré, du côté du centre, par une deuxième gaîne *incomplète* de tissu fibreux.

» Les faisceaux vasculaires sont *uniquement* formés de vaisseaux scalariformes et de trachées. La disparition des cellules, qui primitivement ont formé les canaux gommeux, donne naissance à des cavités en contact avec les faisceaux vasculaires. Ces cavités, reconnues également dans le *Palmacites carbonigenus* et le *P. leptoxylon* par Corda, auraient été occupées, d'après ce savant, par un tissu ligneux détruit, mais non constaté. L'identité de structure de ces *Palmacites* avec les pétioles de *Myelopteris* me fait croire que ces plantes ne sont que des pétioles décortiqués de *Myelopteris*, et qu'on ne peut déduire de leur présence dans le terrain houiller l'existence des Palmiers à cette époque. Les faisceaux vasculaires sont disposés en lignes circulaires concentriques plus ou moins nombreuses suivant la grosseur du pétiole; on ne peut cependant méconnaître un plan vertical de symétrie dans ceux qui n'ont pas été déformés et qui trahit leur origine pétiolaire.

» La masse du parenchyme est traversée également par des faisceaux *fibreux* à section lunulée, circulaire, elliptique, réniforme, accompagnée presque toujours d'un canal gommeux. Plus nombreux à la périphérie qu'au centre, leur groupement par bandes rayonnantes, ou leur isolement sans ordre apparent, dans le tissu cellulaire, a permis de constituer les deux espèces suivantes : *Myelopteris radiata*, *Myelopteris Landriotii*, qui comprennent un certain nombre de variétés. Ce sont ces faisceaux uniquement fibreux qui ont été regardés par Göppert comme des faisceaux de bois de Dicotylédones.

» Des canaux gommeux, semblables à ceux qui accompagnent les faisceaux fibreux, s'élèvent aussi de bas en haut à travers la moelle ; ils sont plus nombreux au centre qu'à la périphérie, à l'encontre des faisceaux fibreux.

» A la surface des pétioles de *Myelopteris*, se trouve un épiderme, formé de cellules à section quadrangulaire et muni d'ouvertures disposées assez régulièrement, paraissant avoir été occupées par des stomates.

» Dans le *Myelopteris radiata*, les rachis secondaires sont obliques, par rapport au rachis principal; dans le *Myelopteris Landriotii*, ils ont, au contraire, une direction perpendiculaire.

» La simplicité de composition des faisceaux fibreux, leur non-entrecroisement dans l'intérieur de la tige, exclut toute idée de rapprochement aves les plantes monocotylédones.

» L'absence complète de vaisseaux ou de fibres réticulés et ponctués, dans les faisceaux fibreux ou vasculaires, empêche de rapprocher ces pétioles de ceux des Cycadées.

» Au premier abord, les Fougères, dont les pétioles ne présentent, en général, qu'un nombre très-limité de faisceaux vasculaires, entourés chacun d'une gaîne d'un tissu dur et compact, semblent également s'en éloigner; mais cependant nous trouvons dans une tribu de ce groupe une organisation très-analogue, c'est celle des Marattiées.

» Sur une section horizontale, faite vers la base d'un gros pétiole d'*Angiopteris*, l'aspect général est celui d'un pétiole de *Myelopteris*. En effet, mêmes cercles concentriques de faisceaux vasculaires, entourés d'une gaîne de cellules petites et serrées; même structure dans le faisceau vasculaire, qui n'est formé que de vaisseaux scalariformes et de trachées, et de quelques *lacunes* gommeuses, lacunes gommeuses dispersées dans le parenchyme médullaire. Cependant on ne distingue, à l'intérieur de la moelle, aucun faisceau fibreux; mais il existe aussi des *Myelopteris* offrant cette particularité. A la périphérie, se voient quelques faisceaux fibreux isolés, accompagnés d'une lacune gommeuse sans parois propres.

» La partie corticale fibreuse présente un cercle extérieur, continu ordinairement et parsemé de lacunes gommeuses. Dans les *Myelopteris*, nous avons vu cette partie formée de bandes, ou d'îlots isolés, séparés par du tissu cellulaire; mais cette différence ne peut être considérée comme ayant une importance très-grande, car nous voyons les pétioles de *Cycas revoluta* offrir à la circonférence un cercle fibreux continu, comme ceux des *Danæa*, *Angiopteris*, etc.; tandis que dans les pétioles d'*Encephalartos Alstensteini*, la même partie est divisé en îlots, séparés par du tissu cellulaire, comme dans les pétioles de *Myelopteris Landriotii*.

» De plus, le nombre de feuilles de Fougères fructifiées, offrant le caractère des Marattiées, et trouvées accompagnant les pétioles de *Myelopteris* d'Autun et de Saint-Étienne, est considérable. Par des rapprochements successifs de parties ordinairement séparées, M. Grand'Eury est même arrivé à rapporter les pétioles de *Myelopteris*, que l'on trouve en grand nombre dans la houille, aux Névroptéridées, qui comprennent les *Nevropteris*, les *Odontopteris*, etc.

» D'après ce qui précède, il est donc à peu près certain que ces pétioles de *Myelopteris* sont des pétioles de Fougères, ayant eu le mode de croissance et le port actuel de nos *Angiopteris*, dont ils différaient pourtant à certains égards, et l'on peut les considérer comme ayant formé un genre d'une grande importance à l'époque carbonifère, mais actuellement complétement éteint, que l'on doit ranger dans la famille des Marattiées. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'une proportion considérable de nitre dans deux variétés d'*Amarantus. Note de M. **A. Boutin** (Extrait).

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Balard, Cahours.)

« Depuis mon dernier travail, sur la présence d'une quantité considérable de nitre dans l'*Amarantus blitum* (1), j'ai étudié quelques autres espèces de cette même famille des Amarantacées, variétés d'origine exotique et que l'on cultive aujourd'hui dans nos climats comme plantes d'ornement, et en particulier l'*Amarantus atropurpureus* et l'*Amarantus melancholicus ruber*. Cette dernière est une plante magnifique : sa tige principale dépasse souvent 1 mètre en hauteur et mesure à la base près de 2 centimètres en diamètre; ses feuilles atteignent jusqu'à 10 et 15 centimètres de largeur sur une longueur de 20 à 25 centimètres, y compris le pétiole, le tout d'une couleur rouge pourpre. L'*Amarantus atropurpureus* est d'une couleur moins foncée que le *ruber;* il acquiert également un grand développement de végétation lorsqu'il est placé dans de bonnes conditions de terrain. Ces deux plantes sont originaires de l'Inde.

L'analyse que j'ai faite de chacune de ces deux plantes m'a démontré que l'*Amarantus ruber*, desséché à 100 degrés, contient 16 pour 100 d'azotate de potasse, ce qui donne 22 grammes d'azote par kilogramme de la plante à l'état sec et 72 grammes de potasse.

» L'*Amarantus atropurpureus*, à l'état sec, contient 22,77 pour 100 d'azotate de potasse; 1 kilogramme de la plante renferme, par conséquent, 31 grammes d'azote et 103,5 grammes de potasse.

» Au bout d'un certain temps de dessiccation à l'air libre, les tiges se couvrent d'une efflorescence cristalline d'aiguilles fines et déliées de nitrate de potasse, comme cela se remarque sur les vieux murs très-salpêtrés. A l'incinération, ces deux plantes fusent comme de la poudre, et l'on peut les considérer comme de véritables nitrières végétales.

» N'est-il pas permis de penser que, dans un avenir plus ou moins rapproché, cette famille des Amarantacées sera cultivée pour suppléer aux engrais azotés, dont les sources tarissent, et que l'agriculture réclame néanmoins chaque année en quantités toujours croissantes?

» Ce qui me porte à parler ici de la culture des *Amarantus* dans l'Inde, c'est que j'ai appris, par diverses personnes ayant habité ce pays, que l'on

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 413; 17 février 1873.

y rencontre des variétés très-nombreuses de la famille des *Amarantus*, et que ces plantes y présentent une force de végétation extraordinaire. Les sujets qui ont servi à mes analyses avaient été cultivés à Châtellerault: tout porte à croire que, dans leur pays d'origine, ces plantes renferment une quantité d'azotate de potasse plus considérable encore que celle que j'ai constatée ici. »

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Sur la théorie du vol des oiseaux.* Mémoire de MM. **H.** et **L. Planavergne** (Extrait).

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Tresca, Resal.)

« M. Marey vient de communiquer à l'Académie (*Comptes rendus*, 12 janvier 1874, p. 117 de ce volume) un extrait de travaux remarquables, qui l'ont conduit à la découverte d'un principe expliquant les faits les plus obscurs du vol des oiseaux.

» Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de rappeler que j'avais déjà formulé le même principe, ainsi que le constate une brochure que je joins à ce Mémoire (1). M. Marey, en arrivant au même résultat par une autre voie, a mis le principe hors de toute contestation.

» Je désire seulement présenter ici un résumé succinct de la marche que j'avais suivie et des faits que j'ai signalés.

« Le principe dont il s'agit s'est présenté à moi dans des recherches sur la navigation. Je pensai que si l'on faisait mouvoir sur l'eau un bateau à fond plat, animé d'une grande vitesse, l'eau n'aurait pas le temps de se dérober, en vertu de la lenteur du déplacement initial des masses partant du repos, sous l'action des forces accélératrices. C'est ce que j'ai désigné sous le nom de *principe des pressions successives et instantanées*.

» Je fis quelques expériences qui, en confirmant la vérité du principe, me firent reconnaître l'insuffisance des propulseurs usités. Il fallait trouver un propulseur qui donnât en vitesse ce qu'il ne pouvait donner en force impulsive, à mesure que le mouvement s'accélérait. Je fus ainsi conduit à étudier les propulseurs de la nature, et, en particulier, les ailes des Oiseaux.

» Je remarquai que, lorsqu'un oiseau vole sur place, il est obligé de donner des coups d'ailes violents et rapides, tandis que lorsqu'il plane, animé d'une grande vitesse, il ne décline pas sensiblement, quoique les ailes restent immobiles. Cette remarque s'explique facilement d'après le principe précédent. En effet, je suppose que l'oiseau, les ailes étendues et sans vitesse initiale, descende de 1 mètre par seconde, avec l'air qu'il entraîne avec lui. Le calcul démontre que, dans le premier centième de seconde, il n'a dû descendre que de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Si, maintenant, cet oiseau avance, en une seconde, de 100 fois sa longueur

(1) *Vol des Oiseaux*; Marseille, 1872.

moyenne, dans chaque centième de seconde, il entraînera verticalement une masse d'air différente, *partant du repos*, et descendra de $\frac{1}{10}$ de millimètre, ce qui produira, en somme, une chute de 1 centimètre au lieu de 1 mètre par seconde. Il aura donc à fournir, pour combattre l'effet de la pesanteur, un travail musculaire 100 fois plus faible qu'en volant sur place. Si l'on ajoute à cela que, dans ce calcul, j'ai négligé l'effet des masses d'air environnantes qui gênent la descente, on verra que le résultat obtenu est un maximum qui ne sera jamais atteint.

» Le même principe explique pourquoi les ailes trouvent dans l'air un point d'appui très-solide. En effet, lorsqu'un oiseau lancé donne un coup d'ailes, celles-ci s'orientent comme des girouettes, d'après les vitesses relatives des ailes et du sillage, et glissent en appuyant instantanément sur les divers points d'une longue lame d'air à l'état de repos. Dès lors, le point d'appui résulte du principe des pressions successives et instantanées.

» Pour expliquer tous les faits que présente le vol des oiseaux, il suffit de compléter ce qui précède par l'analyse de l'aile considérée comme propulseur. Les muscles impriment aux ailes des vitesses perpendiculaires au sillage, et les ailes les transforment en vitesses ayant la direction de ce sillage. Elles agissent à la façon des plans inclinés employés, dans le même but, pour la transmission du mouvement en Mécanique appliquée. Or on sait que, lorsque l'on emploie le plan incliné pour obtenir une semblable transformation, et qu'on a un point d'appui solide, le travail moteur est égal au travail utile plus le travail du frottement. Dans le cas considéré, le frottement de l'air peut être négligé et le point d'appui existe. On peut donc affirmer que les ailes des oiseaux transmettent à peu près intégralement le travail musculaire.

» Ainsi lorsque l'oiseau détache un coup d'ailes qui dure très-peu, il réagit par l'inertie de sa masse; mais les plumes légères s'infléchissent sous la réaction de l'air. Ces réactions fournissent des composantes perpendiculaires au sillage dont l'effet est nul, et d'autres dirigées suivant le sillage, et qui constituent l'effet utile; mais ce qui caractérise les ailes et établit leur supériorité sur les propulseurs artificiels, c'est que les plumes prennent automatiquement des inclinaisons variables, réglées par la vitesse des battements combinés avec la vitesse du sillage. Elles s'orientent comme des girouettes, de sorte que l'air entre tangentiellement aux ailes, s'écoule sans remous et sans chocs, et sort sans vitesse normale, en vertu du principe des pressions successives et instantanées. On sait que ce sont là les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il n'y ait pas de travail perdu, en y comprenant la solidité du point d'appui. Il résulte de ce fait que les ailes transmettent intégralement le travail moteur, en en modifiant automatiquement les facteurs, qui sont la force et la vitesse. Ainsi, quand la vitesse du sillage est faible, les ailes s'infléchissent beaucoup et rendent considérablement de force impulsive. Quand, au contraire, le sillage est très-rapide, les ailes s'infléchissent peu et rendent en vitesse ce qu'elles ne donnent pas en force impulsive.

» J'ai désigné cette propriété des ailes sous la dénomination de Principe de plans inclinés automoteurs à inclinaisons variables et réglées par les vitesses combinées des ailes et du sillage. Ce qui résulte de là, c'est que, quelque grande que soit la vitesse du sillage, et quelque petite que soit celle des ailes, celles-ci procurent toujours une impulsion directe qui n'est jamais nulle, ni, *a fortiori*, négative. Donc, jamais de travail à vide ni de travail négatif. C'est une qualité que ne possède aucun des propulseurs usités.

» Ces avantages font des ailes un propulseur parfait, et la nature, en les constituant,

semble avoir satisfait au principe de la moindre action, formulé par Maupertuis. Les nageoires et les queues des poissons fonctionnent absolument de la même manière. Ce qui le confirme, c'est que les oiseaux pêcheurs, à ailes ordinairement courtes, volent dans l'eau, et que certains poissons à nageoires très-développées nagent dans l'air.

» Les propriétés que je viens de développer expliquent le fait qui a le plus frappé les observateurs : c'est que certains oiseaux dont la masse est considérable, les albatros, par exemple, volent dans l'air agité sans imprimer le moindre mouvement à leurs ailes, et cela dans toutes les directions, s'élevant, s'abaissant et progressant même contre le vent. Dans ce cas, les ailes ne frappent pas l'air, c'est l'air qui frappe les ailes; mais l'effet produit est le même. L'air agité est parsemé de tourbillons épicycloïdaux, qui roulent les uns sur les autres autour d'axes généralement horizontaux, près de la surface de la mer. (Il est aisé de prouver ce fait.) Ces tourbillons, venant frapper les ailes alternativement en dessus et en dessous, remplacent les coups d'ailes que l'oiseau est obligé de donner en air calme. On voit par là que le vent sert à la fois de *moteur* et de *point d'appui*, ce qui, au premier abord, semble contradictoire.... »

STATISTIQUE. — *Note sur une carte statistique figurant la répartition de la population de Paris;* par M. **Vauthier.** (Extrait.)

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

« Cette carte a pour objet de figurer, au moyen du procédé graphique généralement adopté aujourd'hui pour représenter le relief du terrain, la manière dont la population de Paris est répartie.

» En topographie, le relief s'acccuse par des courbes de niveau, s'échelonnant à diverses hauteurs au-dessus ou au-dessous du plan de comparaison adopté. Les plans, ou, plus généralement, les surfaces de niveau contenant ces courbes sont, d'habitude, pour la facilité de l'interprétation, conçus équidistants, et l'on complète la description en inscrivant sur chaque courbe la distance au plan de comparaison.

» La carte de la population procède de notions tout à fait analogues. Les courbes sinueuses qui y sont tracées passent chacune par des points où la population est la même; ce sont, quant à la population, de véritables courbes de niveau. Elles sont équidistantes, en ce sens qu'elles s'échelonnent par degrés égaux de variations de la population ; quant aux nombres inscrits sur chaque courbe, ils représentent le nombre d'habitants à l'hectare. Ces brèves indications nous paraissent suffisantes pour que toute personne habituée à la lecture des cartes topographiques lise la nôtre sans difficulté. Il nous reste à expliquer ce qu'est la surface que nous avons représentée, quelle est sa génération et comment, en dehors des courbes de niveau qui y sont tracées, elle doit être conçue dans l'espace.

» Voici les données d'où nous sommes parti. Il s'agit de représenter uniquement le *nombre* des individus; chacun d'eux est une unité. Représentons cette unité par un petit prisme de base quelconque et d'une hauteur donnée. Si l'on sait, pour chaque point de Paris, combien se trouvent, en ce point, d'habitants par unité de surface, cette unité étant le mètre carré ou un nombre quelconque de mètres carrés, si l'on prend un plan de Paris et qu'en tenant compte de l'échelle on superpose l'un à l'autre, sur chaque unité de surface, autant de prismes d'égale hauteur qu'elle contient d'habitants, les sommets des piliers accolés ainsi composés constitueront une surface. C'est cette surface que nous avons coupée par des plans de niveau.

» Pour déterminer en chaque point le nombre d'habitants par unité de surface, voici comment nous avons procédé. Un *Bulletin statistique*, publié par la Ville, donne la population et la surface des quatre-vingts quartiers de Paris. En déduisant de là, pour chaque quartier, le nombre d'habitants que contient une unité superficielle donnée, l'hectare par exemple, rien de plus simple que d'imaginer la construction, sur un plan de Paris, d'une série de prismes accolés, ayant pour base chaque quartier, et pour hauteur le nombre moyen d'habitants par hectare. Cette série de prismes représentera l'ensemble de la population parisienne, répartie, comme elle l'est, par quartiers; seulement les sommets de ces prismes ne constitueront pas une surface continue, mais une série de faces horizontales discontinues et échelonnées. Il s'agit de déduire de là, sinon la répartition réelle, du moins la répartition extrêmement probable de la population, c'est-à-dire de substituer à ces faces discontinues une surface unique continue qui, sans altérer le volume de chaque prisme, exprime avec une très-grande approximation la distribution réelle. Il suffit, pour cela, de remanier la partie supérieure de chaque prisme, en prenant d'un côté pour mettre de l'autre, de telle sorte que, en maintenant rigoureusement le volume de chacun, on raccorde sa face supérieure sur celle des prismes contigus, remaniée d'après la même règle. On pourrait imaginer un modèle en relief, construit d'abord d'après les données du *Bulletin statistique*, où chaque quartier comprendrait un faisceau de piliers d'égale hauteur, composés eux-mêmes de petits prismes égaux représentant *un* habitant; alors l'opération de modelage ci-dessus décrite s'effectuerait en déplaçant les prismes élémentaires d'un pilier à l'autre, et graduant convenablement la hauteur de ceux-ci, jusqu'à ce que leurs sommets se raccordent dans l'ensemble, et cela sans jamais rien faire passer d'un faisceau à l'autre.

» Ce n'est pas sur un tel modèle, mais graphiquement, que nous avons procédé à l'opération du modelage dont il s'agit, et nous l'avons réalisée assez facilement sur un plan à grande échelle, en nous servant, comme moyen de tâtonnement, des courbes de niveau mêmes qui, successivement rectifiées, ont exprimé le résultat final de la recherche. Les personnes qui ont eu à tracer topographiquement des courbes de niveau, au moyen de cotes de hauteur inscrites sur un plan, savent que, si le tracé des premières courbes est laborieux et même affecté d'incertitudes, quand le nombre des cotes est insuffisant, les courbes en se succédant se servent mutuellement de moyens de vérification et de rectification partielle. Il s'est produit quelque chose d'analogue dans notre travail, que dominait d'ailleurs une condition caractéristique essentielle, consistant en ce que, au centre de gravité de la surface de chaque quartier, la population réelle, accusée par les courbes, ne doit s'écarter que très-peu de la population moyenne rigoureusement déterminée. On comprend, en effet, que le remaniement du sommet de chaque prisme s'opère par rapport à la verticale passant au centre de gravité, et que, à moins de circonstances tout à fait anormales, la forme que prend finalement la face supérieure peut bien déplacer en hauteur, mais ne peut déplacer qu'extrêmement peu en projection horizontale la position de ce centre. Moyennant les soins apportés à l'opération, nous croyons pouvoir garantir que le résultat s'approche de la réalité, autant que la chose est possible.

» Ce résultat accuse, dans la répartition de la population, des faits analogues à ceux qu'exprime une carte topographique. On y voit des sommets où la population est considérable, des bas-fonds ou des plaines où elle est faible; des vallées y creusent leurs thalwegs; des promontoires s'y manifestent avec leurs lignes de faîte; enfin, là où la population ne varie que faiblement d'un point à l'autre, les courbes sont largement écartées, tandis qu'elles se rapprochent là où la variation est rapide.

» Nous ferons remarquer encore que, au moyen de notre carte, on peut obtenir des profils en long et des profils en travers de la population, comme on obtient, sur une carte topographique, des profils du terrain : ce qui donne la possibilité de dénombrer la population dans telle zone ou tel périmètre déterminé, comme les profils du terrain permettent d'établir des cubatures.

» Est-il nécessaire enfin de faire ressortir les services que peut rendre une carte de cette nature, pour tout ce qui se rattache à l'hygiène publique. Qu'il s'agisse de constater et d'expliquer l'assiette et la marche des

phénomènes morbides et épidémiques, qu'on veuille déterminer les mesures à prendre pour conjurer ces fléaux, en empêcher la propagation et en éviter le retour, il est évident que l'usage d'une telle carte peut être, à ces divers points de vue, de la plus grande utilité. »

M. F. **Briot** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre « Théorèmes et problèmes de Géométrie ».

(Commissaires : MM. Serret, O. Bonnet.)

M. **Déclat** adresse une Note concernant l'efficacité des injections d'acide phénique dans la vessie, et de l'administration interne du sirop d'acide phénique, dans les cas de cystite avec urines ammoniacales.

L'auteur fait remarquer que les injections d'acide phénique, déjà signalées par lui en 1865 comme efficaces contre le catarrhe de la vessie, ont produit récemment une amélioration notable dans l'état d'une malade atteinte de cystite purulente et probablement tuberculeuse. L'administration interne du sirop d'acide phénique (à la dose de huit cuillerées par vingt-quatre heures d'un sirop à 0,10) a également produit des effets remarquables. Il se forme, dans l'urine, du phénate d'ammoniaque qui lui donne une couleur bleue peu de temps après son émission, et dont l'action antifermentescible a déjà été signalée. En même temps, l'acide phénique empêche la formation du carbonate d'ammoniaque, et, si ce dernier est réellement toxique, l'acide phénique remédie ainsi à une nouvelle cause d'intoxication. (La Note est accompagnée de l'envoi de deux flacons, contenant des urines recueillies avant et après l'emploi de l'acide phénique.)

(Commissaires : MM. Bussy, Pasteur.)

M. Ad. **Bormann** adresse une Note relative à la constitution des globules du sang chez les Mammifères, les Oiseaux et les Batraciens.

(Commissaires : MM. Fremy, Wurtz, Robin.)

M. Th. **Sourbé** adresse deux nouvelles Notes relatives à son procédé pour la substitution du pesage métrique des liquides spiritueux à leur mesurage.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Toselli** adresse le dessin et la description d'une *sonde prenante*, pour explorer le fond de la mer.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. G. Zanini adresse une Note relative à un procédé destiné à accroître la résistance des poutres horizontales dans les constructions.

(Renvoi à l'examen de M. Resal.)

M. P. Michelle adresse une Note relative à un « Baromètre à maxima et à minima, ou baromètre à triple indication ».

(Renvoi à l'examen de M. Hervé-Mangon.)

M. G. Bazille adresse la description d'une expérience, faite sur des vignes cultivées dans des tonneaux, pour constater l'efficacité de la méthode de submersion, contre le Phylloxera.

« Trois grands tonneaux ont été sciés par le milieu; dans les six cuviers ainsi obtenus, d'une capacité de plus de 200 litres, j'ai transplanté avec soin, en conservant autant que possible la motte de terre et les racines, six jeunes souches de cinq ans, trois aramons et trois carignans, très-attaquées, toutes les six, par le Phylloxera. Quatre de ces cuviers ont été submergés avec de l'eau de puits; il a fallu environ 80 litres pour recouvrir la terre du vase d'une couche d'eau de 10 centimètres. Deux cuviers n'ont point reçu d'eau, et les souches y sont restées, comme on les y avait mises le jour de la transplantation.

» Par l'addition journalière d'une faible quantité d'eau (moins de 1 litre), on a pu parer aux pertes provenant de l'évaporation et maintenir la couche d'eau à la même hauteur dans le vase. Deux souches sont restées ainsi sous l'eau pendant trente jours, du 15 novembre dernier au 15 décembre, et deux souches pendant quarante-cinq jours, du 15 novembre au 1er janvier.

» Je n'ai plus trouvé de Phylloxera sur les racines des souches restées sous l'eau; j'en ai vu, au contraire, quelques-uns sur les racines des souches non submergées. Mais n'ayant que six souches en expérience, et ne voulant en sacrifier aucune en totalité pour juger plus tôt du résultat, je n'ai enlevé qu'une racine à chaque souche; j'attendrai la pousse du printemps pour être tout à fait fixé. »

M. Leyresson adresse une Note relative à un moyen préventif à opposer au Phylloxera.

M. Gouillon adresse, par l'entremise du Ministère de l'Agriculture et du Commerce, une Note relative à un procédé destiné à obtenir, sur place, des lessives alcalines pour combattre le Phylloxera.

Ces trois Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une disposition testamentaire de feu *Cl. Gay*, notre regretté confrère, par laquelle il institue l'Académie des Sciences légataire d'une rente perpétuelle de 2500 francs, destinée à la fondation d'un prix annuel de Géographie physique, conformément au programme donné par la Commission nommée à cet effet.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une Lettre par laquelle Mme veuve *Valz* informe l'Académie que, pour honorer la mémoire de son mari, feu *B. Valz*, ancien Correspondant de la Section d'Astronomie, elle désire fonder un prix d'Astronomie, analogue au prix Lalande. Elle destine à cette fondation une somme de 10000 francs, dont elle fera abandon à perpétuité à l'Académie des Sciences, lui laissant le soin de décerner le prix dans les conditions qui lui paraîtront les plus conformes aux intérêts de la science.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **A. Vulpian** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet à l'Académie une Lettre qui lui est adressée par M. le Consul de France au Cap de Bonne-Espérance, sur le voyage scientifique de la corvette anglaise *Challenger* :

« La corvette anglaise *Challenger*, commandée par le capitaine Nares et ayant à bord les membres d'une expédition scientifique, vient de faire relâche à Simons-Bay après dix mois de voyage.

» La mission spéciale dont est chargé le *Challenger*, et à la tête de laquelle se trouve le professeur Thompson, consiste, comme Votre Excellence le sait sans doute, à recueillir sur divers points de l'Océan des observations et des spécimens destinés à faire mieux connaître la topographie et la zoologie sous-marines. Le soin avec lequel l'état-major de ce bateau a été composé, la réputation de quelques-uns des hommes spéciaux qui font partie de l'expédition, ainsi que l'attention qui a présidé à l'installation des laboratoires, du dépôt des

cartes, de la bibliothèque et des instruments de toute espèce, prouvent l'intérêt que le gouvernement anglais attache à ce voyage. Je crois donc utile de donner à Votre Excellence, d'après les journaux du Cap, quelques détails sur la première partie de cette expédition, qui doit encore durer trois ou quatre ans.

» Parti de Portsmouth le 21 décembre 1872, le *Challenger* toucha successivement à Lisbonne, où le roi de Portugal l'honora d'une visite, et à Gibraltar où commença sa véritable mission. Après avoir visité Madère et Téneriffe, la corvette entreprit le 14 février son premier voyage à travers l'Atlantique. Vingt-deux points d'observation avaient été fixés pour ce parcours. A chacun d'eux, la profondeur fut exactement déterminée, et la nature du fond reconnue; la température et la pesanteur de l'eau aux différentes profondeurs furent constatées et des spécimens recueillis.

» Après quelques études sur la faune de l'île Saint-Thomas, et quelques autres observations, l'expédition mit à la voile pour les Bermudes, afin d'examiner la singulière formation géologique de ces îles. Un peu au nord de Saint-Thomas, les sondages et les draguages atteignirent 3875 brasses, le point le plus profond que l'on ait pu obtenir encore avec certitude. La pression était si forte qu'elle brisa le thermomètre, et il fut, par suite, impossible de déterminer la température de l'eau. Des Bermudes, le *Challenger* se dirigea sur Halifax, sondant et draguant toujours sur son parcours et étudiant avec soin les températures diverses du Gulf-Stream.

» Le voyage des Bermudes à Madère permit de contrôler, sur une route différente, les observations recueillies la première fois. L'expédition toucha encore aux Açores, à Madère, aux îles du cap Vert, et traversa, une troisième fois, l'Océan, presque sous l'équateur, entre le cap Palma et le cap Saint-Roque.

» Du Brésil, le *Challenger* entreprit son quatrième voyage à travers l'Atlantique, dans l'hémisphère austral, et, après avoir touché aux îles de Tristan d'Acunha, Inaccessible et Nightingale, arriva à Simons-Bay, où l'équipage doit prendre un mois de repos pendant que le vaisseau subira quelques légères réparations.

» Après avoir quitté le Cap, le *Challenger* doit visiter les îles Marion, Crozette et Kerguelen, où il attendra l'arrivée de la mission chargée d'observer, l'année prochaine, le passage de Vénus. Se dirigeant ensuite vers le sud, il devra s'approcher le plus possible des régions glaciales. Melbourne, Sydney, le détroit de Torrès jusqu'à Bornéo, les Philippines, et tous les points inexplorés de la Nouvelle-Guinée au retour sont, dit-on, les étapes qui ont été fixées. Après quoi, se dirigeant vers le Japon et les îles Aléoutiennes, le vaisseau devra visiter l'île de Vancouver et revenir par le cap Horn en Angleterre en 1877.

» Voilà, en résumé, Monsieur le Ministre, les renseignements que l'on connaît ici sur la première partie des travaux d'une année et sur le programme de la mission du *Challenger*. Les spécimens qui ont été retirés du fond de la mer et les relevés topographiques ont été envoyés en Angleterre dès que le *Challenger* est arrivé au Cap. »

ANALYSE. — *Propriétés géométriques des fractions rationnelles* (*).
Note de M. F. Lucas, présentée par M. Resal.

« *Ombilic-multiple.* — Il peut arriver qu'un groupe de points racines, par exemple le groupe (M''), déterminé par l'équation (7)

$$\psi(z) = 0,$$

contienne un point multiple à un degré q supérieur au second.

» Soit m'' ce point multiple et désignons par ζ'' sa coordonnée. Nous pourrons poser

$$(29)\qquad \psi(z) = (z - \zeta'')^q \chi(z),$$

$\chi(z)$ désignant un polynôme du degré $(p - q)$.

» L'équation aux ombilics devient

$$(30)\quad (z-\zeta'')^{q-1}\{(z-\zeta'')[\chi(z)\varphi'(z) - \chi'(z)\varphi(z)] - q\chi(z)\varphi(z)\} = 0.$$

» Elle détermine, d'une part, un ombilic multiple, comprenant $(q - 1)$ fois le point m'' et, d'autre part, $(2p - q - 1)$ ombilics simples I.

» Supposons que le point directeur L vienne se placer dans l'extrême voisinage de L'' et soit $(\lambda'' + \varepsilon)$ sa coordonnée. Il est évident que q points du groupe M se distribueront dans le voisinage du point multiple m''; soit $(\zeta'' + u)$ la coordonnée de l'un quelconque de ces points. En désignant par H ce que devient la $q^{ième}$ dérivée de la fraction rationnelle $\frac{f(z)}{F(z)}$ pour $z = \zeta''$, nous aurons

$$(31)\qquad u^q = \frac{1.2\ldots\ldots q}{H}\varepsilon.$$

» Par conséquent : *Les q points M infiniment voisins de m'' occupent les sommets d'un polygone régulier ayant son centre en ce point.*

» Si L décrit autour de L'' un contour fermé infinitésimal, le polygone régulier tourne d'un angle $\frac{2\pi}{q}$ autour de m'' et reprend finalement son rayon primitif.

» Si L décrit un élément rectiligne passant par L'', chacun des q points M infiniment voisins de m'' décrit successivement deux éléments rectilignes se coupant en ce point sous l'angle $\frac{\pi}{q}$; les q *becs* ou points *saillants* ainsi

(*) Voir *Comptes rendus*, séances des 12 et 19 janvier 1874.

obtenus sont égaux entre eux et disposés régulièrement autour de m''; ils forment ensemble un point *étoilé*, pouvant appartenir à une courbe algébrique.

» *Groupe se réduisant à un point multiple.* — Dans le cas particulier où $q = p$, c'est-à-dire si tous les points du groupe (M'') se réunissent en un seul m'', ayant pour coordonnée ζ'', ce point m'' devient un ombilic multiple du degré $(p - 1)$.

» Les $(p - 1)$ autres ombilics sont déterminés par l'équation

$$(32) \qquad (z - \zeta'')\varphi'(z) - p\varphi(z) = 0;$$

ils représentent ce que j'ai proposé d'appeler les *conjugués de m'' relativement au groupe* (M') (*). Chacun de ces points I vérifie l'une ou l'autre des relations

$$(33) \begin{cases} \dfrac{IM'_1 . IM'_2 \ldots\ldots IM'_p}{Im''^p} = \text{maximum ou minimum.} \\ \text{tang}\,(M'_1\,Im'' + M'_2\,Im'' + \ldots + M'_p\,Im'') = \text{maxim. ou minim.} \end{cases}$$

» En appliquant à ce cas particulier un théorème démontré plus haut, on peut formuler l'énoncé suivant :

» *Si tous les points du groupe* (M') *sont distribués sur une circonférence passant par m'', les conjugués de ce dernier point relativement au groupe* (M') *appartiennent aussi à cette circonférence.*

» Si le point directeur L décrit une trajectoire finie passant par L'' (position à laquelle correspond le groupe m''), la trajectoire des points du groupe (M) présente en m'' un point étoilé, avec $(p - 1)$ tangentes distinctes qui divisent le plan en $2(p - 1)$ angles égaux.

» *Groupe passant à l'infini.* — Supposons maintenant que le point m'' passe à l'infini. L'équation

$$\psi(z) = 0$$

ayant toutes ses racines infinies, son premier membre se réduira nécessairement à un terme constant h.

» La formule (8)

$$\frac{\lambda - \lambda'}{\lambda - \lambda''} = \frac{\varphi(z)}{\psi(z)}$$

(*) *Études analytiques sur la théorie générale des courbes planes*, livre VII, chap. I; 1864. Mallet-Bachelier.

prendra, par conséquent, la forme plus simple

$$\varphi(z) = h\frac{\lambda - \lambda'}{\lambda - \lambda''}. \tag{34}$$

» On voit ainsi que : *Si un groupe de points racines de la fraction rationnelle du degré p*

$$\frac{f(z)}{F(z)} = \lambda$$

passe tout entier à l'infini, cette fraction rationnelle équivaut à un polynôme algébrique du degré p dont le terme constant reste arbitraire.

» Si dans l'équation (34) le module du second membre reste constant, le lieu géométrique des points du groupe (M) satisfait à la relation

$$MM'_1 . MM'_2 \ldots MM'_p = \text{const.} \tag{35}$$

» Par conséquent : *Les cyclides relatives à un polynôme algébrique sont des cassinoïdes à p foyers.* Ces courbes n'ont aucune branche infinie.

» On obtient leurs trajectoires orthogonales en supposant que, dans l'équation (34), l'argument du second membre reste constant. Désignons par S un point situé à l'infini, dans une direction quelconque ; chacune des trajectoires orthogonales dont il s'agit est le lieu géométrique d'un point M assujetti à vérifier la relation

$$\text{tang}\,(M'_1 MS + M'_2 MS + \ldots + M'_p MS) = \text{const.} \tag{36}$$

Chacune de ces courbes, du degré p, présente p branches hyperboliques. Ses asymptotes convergent en un même point et divisent le plan en $2p$ angles égaux.

» *Points centraux d'un polynôme algébrique.* — Lorsque ζ'' devient infini, l'équation (32) se réduit à

$$\varphi'(z) = 0. \tag{37}$$

Elle détermine ce que j'ai proposé d'appeler les *points centraux du groupe* (M') (*).

» Ces points I, qui représentent les conjugués de l'infini, jouissent de deux propriétés remarquables.

» En premier lieu, chacun d'eux rend *maximum* ou *minimum* le produit de segments

$$IM'_1, IM'_2 \ldots IM'_p.$$

(*) *Études analytiques*, etc.

» En second lieu, si l'on considère les points du groupe (M') comme matériels, doués de masses égales et attirant le point I, supposé matériel, en raison inverse de leur distance à ce point, les points centraux représentent les *positions d'équilibre* du point I.

» L'équation (37) est indépendante du paramètre arbitraire λ; par conséquent : *Tous les groupes de points racines d'un polynôme algébrique ont les mêmes points centraux.*

» La propriété cinématique des points centraux rend évidents les théorèmes suivants :

» I. *Si tous les points racines d'une équation algébrique forment les sommets d'un polygone convexe, les points racines de l'équation dérivée sont tous situés à l'intérieur de ce polygone.*

» COROLLAIRE. — *Deux groupes de points racines d'un polynôme dont le terme constant reste arbitraire ne peuvent appartenir à une même circonférence qu'à la condition d'empiéter complétement l'un sur l'autre; c'est-à-dire qu'entre deux points consécutifs quelconques d'un de ces groupes on trouve nécessairement un point unique de l'autre groupe.* En effet, s'il en était autrement, on trouverait sur cette circonférence au moins un des ombilics des deux groupes; or ces ombilics ne diffèrent pas des points centraux du polynôme et, par conséquent, ils ne peuvent se trouver qu'à l'intérieur de la circonférence.

» II. *Si tous les points racines d'une équation algébrique sont disposés en ligne droite, cette droite contient aussi les racines de l'équation dérivée.*

» En prenant cette droite pour axe des x, on retrouve ce théorème bien connu que la réalité de toutes les racines d'une équation algébrique entraîne celle des racines de sa dérivée. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des nombres pluckériens des enveloppes.* Note de M. H.-G. ZEUTHEN, présentée par M. Chasles.

« On sait que le nombre de courbes d'un système plan et algébrique est une fonction linéaire et homogène des caractéristiques du système, les caractéristiques étant des nombres entiers qui dépendent seulement des conditions qui déterminent le système (*). Pour trouver les nombres pluckériens de l'enveloppe du système, il faut encore connaître l'invariant

(*) Le nombre des caractéristiques est *deux* pour les coniques (théorie bien connue de M. Chasles). Pour les courbes d'ordre supérieur, leur nombre est fini. (Voir le Mémoire sur

numérique du système (ou son genre), qui est un nombre dont la valeur reste la même pour deux systèmes qui se correspondent d'une manière birationnelle, c'est-à-dire, qui sont tels que leurs courbes se correspondent une à une. Ce nombre se présente de la manière que nous allons indiquer.

» Nous désignons par

n l'ordre d'une courbe du système;

e le nombre de ses points cuspidaux;

μ le nombre des courbes du système qui passent par un point;

$\Sigma(\rho-1)r$ la somme des ordres r des branches ρ-tuples de courbes du système, multipliée par $\rho-1$;

a l'ordre de l'enveloppe du système;

e_a le nombre des points cuspidaux de l'enveloppe;

Σs la somme des ordres des branches stationnaires.

» En ajoutant des accents aux notations indiquées ici (n', μ',...), nous représenterons les nombres réciproques que l'on obtient par le principe de dualité.

» $\Sigma(\rho-1)r'$ renferme le nombre des courbes présentant un nouveau point double; $\Sigma(\rho-1)r$ celui des courbes présentant une nouvelle tangente double. Une courbe d'un système, ou une partie d'une courbe, s'appelle stationnaire si son mouvement (altération) est infiniment petit par rapport à celui de la courbe homologue d'un système qui correspond d'une manière birationnelle au système donné. On aurait pu regarder ces courbes (ou branches) comme faisant partie de l'enveloppe. Nous ne regardons pas les lieux des points singuliers comme faisant partie de l'enveloppe.

» Considérons deux systèmes qui se correspondent d'une manière birationnelle, et distinguons les nombres qui y appartiennent par les suffixes 1 et 2 (n_1, μ_1, a_1,...; n_2, μ_2,...). Le lieu des points d'intersection des tangentes, menées d'un point fixe O_1 aux courbes du premier système avec les tangentes menées d'un autre point fixe O_2 aux courbes correspondantes de l'autre système, sera une courbe de l'ordre $\mu'_1 n'_2 + \mu'_2 n'_1$ ayant les points O_1 et O_2 pour points multiples des ordres $\mu'_2 n'_1$ et $\mu'_1 n'_2$ respectivement; ce que l'on voit en comptant les points d'intersection du lieu avec des droites par O_1 et O_2.

---

les *Propriétés générales des systèmes de courbes planes*, etc., que j'ai publié dans les *Mémoires de la Société danoise des Sciences*, 1873.)

» Les tangentes à ce lieu passant par O_1 (y compris les droites joignant O_1 aux points doubles et cuspidaux de la courbe, excepté O_1 et O_2) sont : 1° les $\mu'_2 n'_1$ droites qui ont ce même point pour point de contact; 2° les droites tangentes à des courbes du premier système qui correspondent à des courbes du second système dont deux des n'_2 tangentes par le point O_2 coïncident; et 3° n'_2 fois les droites tangentes à deux courbes consécutives du premier système. On trouve, en égalant le nombre de ces droites à celui qui résulte de la substitution du point O_2 à O_1 et en négligeant les termes communs aux deux membres de l'équation (qui correspondent aux points singuliers de la courbe construite),

$$2\mu'_2 n'_1 + [\mu_2 + \Sigma(\rho_2 - 1)r'_2]n'_1 + (a'_1 + \Sigma s'_1)n'_2$$
$$= 2\mu'_1 n'_2 + [\mu_1 + \Sigma(\rho_1 - 1)r'_1]n'_2 + (a'_2 + \Sigma s'_2)n'_1.$$

» On voit donc que *la valeur de*

$$(1) \qquad \frac{a' + \Sigma s' - \mu - 2\mu' - \Sigma(\rho - 1)r'}{n'} = i$$

reste la même pour les systèmes dont les courbes se correspondent une à une. Nous appellerons ce nombre i l'*invariant numérique* du système.

» Si l'on construit une figure réciproque à une figure qui contient un système quelconque, on obtient un nouveau système qui correspond de la manière indiquée au système donné et qui a, par conséquent, le même invariant numérique. On trouve, en y appliquant la formule (1),

$$(2) \qquad \frac{a + \Sigma s - \mu' - 2\mu - \Sigma(\rho - 1)r}{n} = i.$$

» La formule (1) est applicable au cas où les courbes du système sont des points. Alors $n = \mu = 0$, $n' = 1$, et $\mu' = a$ est l'ordre du lieu des points qui forment le système, a' est sa classe et $\Sigma s' = e_a$ est le nombre de ces points cuspidaux. On trouve donc

$$i = a' + e_a - 2a = 2(p - 1),$$

où p est le nombre que M. *Clebsch* a appelé le genre de la courbe.

» En posant de même, pour un système quelconque, $i = 2(p - 1)$, et en appelant p le *genre* du système, on pourrait remplacer, dans le théorème que nous avons énoncé sur l'invariant numérique, ce nombre par le genre du système. Le genre d'un système est égal à celui d'une courbe dont les points correspondent d'une manière birationnelle aux courbes du système. Si le paramètre, variable dans l'équation qui rapporte le système

à un système de coordonnées, y entre d'une manière rationnelle, les valeurs de ce paramètre peuvent servir à déterminer les points d'une courbe unicursale ($p = 0$); le système de courbes est donc lui aussi du genre nul ($i = -2$) et s'appelle un système *unicursal*.

» On peut aussi appliquer la formule (1) au cas où chaque courbe d'un système ($n_1, \mu_1, \ldots$) détermine x_2 points d'une courbe (ordre N, classe N', E points cuspidaux, genre P), pendant que chaque point de cette courbe détermine x_1 courbes du système. Alors à chaque courbe du système donné correspond dans un autre système une courbe composée de x_2 points, et chaque point du lieu de ces points appartient à x_1 de ces courbes composées. Si l'on désigne par y_2 le nombre de coïncidences de deux points correspondant à une même courbe donnée, et par y_1 le nombre de coïncidences de deux courbes correspondant à un même point, on aura

$$n_2 = \mu_2 = 0, \quad n'_2 = x_2, \quad d'_2 = x_1 N' + y_1, \quad \mu'_2 = x_1 N,$$
$$\Sigma s'_2 = x_1 E, \quad \Sigma(\rho_2 - 1) r_2 = y_2,$$

d'où, comme $N' + E - 2N = 2(P - 1)$, et comme les deux systèmes doivent avoir le même invariant $i_1 = 2(p_1 - 1)$,

$$(3) \qquad y_1 - y_2 = 2x_2(p_1 - 1) - 2x_1(P - 1).$$

» Dans le cas où aussi les courbes du premier système sont des points, on retrouve une formule que j'ai prouvée ailleurs (*) par des procédés analogues.

» On voit, par l'exemple que nous venons de discuter, comment on peut appliquer les formules (1) et (2) à des systèmes qui se correspondent d'une manière *quelconque* (irrationnelle).

» Les formules (1) et (2) servent à *déterminer l'ordre et la classe de l'enveloppe d'un système* dont on connaît, à côté d'un nombre suffisant de caractéristiques, l'invariant numérique et les courbes stationnaires (**).

» En appliquant la formule (3) à un système de courbes et aux groupes de leurs $n + n'$ points de contact avec l'enveloppe, on trouve que le

(*) *Mathematische Annalen*, t. III, p. 151.

(**) Ces résultats, ainsi que les valeurs que nous trouverons après pour les autres nombres *pluckériens* de l'enveloppe, concordent avec ceux que M. Henrici a trouvés pour le cas particulier où le système est unicursal, composé de courbes dénuées de points singuliers, et dénué lui-même de courbes à branches multiples. (*Proceedings of the London Math. Society*, vol. II, p. 182).

nombre des coïncidences de ces points est égal à

$$y = 2(p_a - 1) - (n + n')i,$$

p_a étant le genre de l'enveloppe. (La détermination de p_a demande, à côté de celles de α et α', celle de e_a dont nous nous occuperons après).

» Si l'on connaît l'enveloppe et les courbes stationnaires, on peut faire des formules (1) et (2) un usage réciproque : elles peuvent servir à déterminer l'invariant numérique du système. On trouve, par exemple, qu'un système de coniques tangentes à quatre courbes $C_{n_1 n'_1}$, $C_{n_2 n'_2}$, $C_{n_3 n'_3}$, $C_{n_4 n'_4}$ (qui seront des branches multiples de l'enveloppe) a l'invariant numérique

$$\begin{aligned} i = 6 n_1 n_2 n_3 n_4 &+ 12 \Sigma n_1 n_2 n_3 n'_4 + 12 \Sigma n_1 n_2 n'_3 n'_4 \\ &+ 12 \Sigma n_1 n'_2 n'_3 n'_4 + 6 n'_1 n'_2 n'_3 n'_4 + \Sigma n_1 n_2 n_3 i_4 \\ &+ 2 \Sigma n_1 n_2 n'_3 i_4 + 2 \Sigma n_1 n'_2 n'_3 i_4 + \Sigma n'_1 n'_2 n'_3 i_4, \end{aligned}$$

où les sommes Σ sont étendues à tous les termes analogues et où $i_1 = 2(p_1 - 1) \ldots$, p_1, p_2, p_3 et p_4 étant les genres des quatre courbes.

» Comme, dans le calcul de ce résultat, nous avons fait usage des relations pluckériennes, il n'est pas immédiatement applicable au cas où une des quatre courbes données se réduit à un point ou à une droite; mais alors on trouve la valeur de i par les mêmes procédés. On trouve, par exemple, que l'invariant d'un système de coniques passant par deux points et tangentes à deux droites est égal à -4. On sait aussi que ce système est composé de deux systèmes unicursaux ($i = -2$); car la corde de contact avec les droites données doit passer par un de deux points faciles à déterminer.

» Le système de coniques ayant des contacts quadruples avec une courbe du quatrième ordre aura l'invariant $i = -126$, ce qui pourrait servir à déceler sa décomposition en soixante-trois systèmes unicursaux. »

ALGÈBRE. — *Sur la théorie des équations numériques.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« On peut toujours considérer un polynôme algébrique, fonction de la variable x, comme provenant d'une forme homogène $f(x, y)$, dans laquelle on a fait $y = 1$; dans tout ce qui suit, je supposerai que la variable y et les variables analogues y', η, η',... que je pourrai introduire, soient toutes égales à l'unité.

» 1. Le premier émanant de la forme $f(x, y)$ est le polynôme

$\xi \frac{df}{dx} + \eta \frac{df}{dy}$; les autres émanants s'obtiennent en opérant sur la forme donnée avec le symbole $\Delta = \left(\frac{d}{dx} + \eta \frac{d}{dy}\right)$, et, pour abréger, je les désignerai par la notation $\Delta^i f(x, y)$. Ils jouent un rôle important dans la théorie de l'équation $f(x, y) = 0$, et, à cet égard, j'énoncerai d'abord le théorème de Rolle sous la forme suivante :

» *Étant donnée une équation de degré m et à coefficients réels* $f(x, y) = 0$, *si l'on pose, pour abréger,*

$$\Omega = (x\eta - y\xi)\left(\xi \frac{df}{dx} + \eta \frac{df}{dy}\right),$$

où ξ *désigne une quantité réelle quelconque,*

» 1° *Deux racines consécutives de la proposée contiennent toujours un nombre impair de racines de l'équation* $\Omega = 0$;

» 2° *Si toutes les racines de la proposée sont réelles, toutes celles de l'équation* $\Omega = 0$ *sont également réelles et séparent celles de la proposée.*

» Je ferai remarquer que l'on peut remplacer l'équation $\Omega = 0$ par l'équation

$$\left(x \frac{dF}{d\xi} + y \frac{dF}{d\eta}\right)\left(\frac{dF}{dx}\frac{dF}{d\eta} - \frac{dF}{d\xi}\frac{dF}{dy}\right) = 0,$$

dont deux racines sont en évidence, les autres pouvant être déterminées par la résolution d'une équation du degré $(m - 2)$.

» 2. Soit une équation, de degré m, $f(x, y) = 0$, à coefficients réels ou imaginaires; représentons, avec Cauchy, ses m racines par m points du plan que nous appellerons les *points racines*; nous aurons les propositions suivantes :

» Théorème I. — *Étant donné un cercle quelconque contenant tous les points racines de l'équation, et étant pris un point quelconque* ξ *en dehors de ce cercle, toutes les racines d'une quelconque des équations*

$$\Delta^i f(x, y) = 0,$$

que l'on obtient en égalant à zéro un émanant de l'équation proposée, sont également contenues dans l'intérieur de ce cercle.

» *Remarque.* — Si toutes les racines de la proposée étaient en dehors du cercle, le point ξ étant situé en dedans, toutes les racines des équations, obtenues en égalant les émanants à zéro, seraient également en dehors du cercle.

» THÉORÈME II. — *Si deux points du plan* ξ, ξ' *satisfont à la relation*

$$\xi'\frac{df}{d\xi}+\eta'\frac{df}{d\eta}=0,$$

tout cercle mené par ces deux points (passât-il même par un certain nombre de points racines, pourvu qu'il ne les contienne pas tous) *contient au moins un point racine; il y a en outre au moins un point racine à l'extérieur de ce cercle.*

» *Remarque I.* — La même proposition a lieu si les deux points ξ et ξ' satisfont à l'une quelconque des équations

$$\left(\xi'\frac{d}{d\xi}+\eta'\frac{d}{d\eta}\right)^i f(\xi,\eta)=0.$$

» *Remarque II.* — En particulier, le cercle décrit sur $\xi\xi'$ comme diamètre contient au moins un point racine; si ξ est une valeur suffisamment approchée d'une racine x_1 de la proposée, ξ' sera lui-même très-voisin de ξ, et le cercle ξ ayant $\xi\xi'$ pour diamètre contiendra nécessairement la racine x_1; il résulte même de ce qui précède que cette racine s'écartera très-peu du diamètre. On peut rapprocher ce résultat de la méthode d'approximation donnée par Newton.

» 3. Cauchy a donné, dans son théorème sur les contours, relativement aux racines imaginaires, l'équivalent du théorème de Sturm. Les théorèmes beaucoup plus élémentaires, mais non moins importants, de Rolle et de Descartes, n'ont pas, jusqu'à présent, été étendus au cas des racines imaginaires. Les propositions précédentes, quoique très-simples, pourront peut-être jeter quelque jour sur cette question; dans tous les cas, elles mettent indubitablement en évidence le rôle fondamental que jouent dans cette théorie les contours circulaires. »

PHYSIQUE. — *Sur la rupture des aiguilles aimantées.* Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Jamin.

« On obtient une aiguille aimantée régulière en faisant traverser une spirale animée par un courant, par une aiguille d'acier récemment trempée. Si l'on vient à rompre cette aiguille par le milieu, après son aimantation, deux cas peuvent se présenter : 1° si l'aiguille est trempée assez dur pour se rompre entre les doigts comme du verre, les deux moitiés sont des aimants de même moment magnétique, ainsi qu'on devait s'y attendre par raison de symétrie; 2° si l'aiguille est trempée plus doux, de façon à se

fléchir plusieurs fois en sens contraire avant de rompre, les deux moitiés possèdent des moments magnétiques inégaux, d'une manière en apparence arbitraire.

» Je me suis rendu compte de cette différence par les expériences suivantes. Une aiguille faiblement trempée, régulière, est saisie par son milieu entre deux lames de plomb; on prend à la main l'extrémité libre, et par des flexions en sens contraire on provoque la rupture: la moitié de l'aiguille soumise aux flexions possède un moment magnétique inférieur à celui de la moitié pincée, et d'autant plus que la rupture a été plus pénible. Si l'on saisit une aiguille faiblement trempée de part et d'autre et très-près de son milieu à l'aide de deux pinces, de manière à n'intéresser à la rupture qu'une tranche très-mince de part et d'autre du plan de séparation, les deux moitiés de l'aiguille présentent, après la rupture, des moments magnétiques égaux, comme cela a lieu dans le cas des aiguilles fortement trempées. On en conclut que la rupture ne produit pas d'effet magnétique propre, indépendant de l'effet de la séparation pure et simple des parties, au moins tant qu'elle n'est pas accompagnée de flexions intéressant une portion finie de l'aimant rompu. Cette conclusion est d'ailleurs confirmée par toutes les expériences qui suivent.

» *Rupture d'aiguilles cylindriques saturées, opérée perpendiculairement à l'axe.* — Ainsi qu'on pouvait le prévoir *à priori*, tous les fragments ainsi détachés d'une aiguille saturée sont saturés, qu'ils proviennent des extrémités ou du milieu de l'aiguille. Green, dans son *Essai sur l'application de l'analyse mathématique aux théories de l'électricité et du magnétisme*, déduit de l'hypothèse de la force coercitive la formule suivante, qui donne le moment magnétique y d'une aiguille cylindrique saturée de rayon a et de longueur $2x$:

$$y = Aa^2\left(2x - \frac{2}{\beta}\frac{e^{\beta x} - e^{-\beta x}}{e^{\beta x} + e^{-\beta x}}\right), \tag{1}$$

où A est une constante dépendant seulement de la nature de l'acier, et β une quantité de la forme $\frac{B}{a}$, B étant une constante.

» La rupture d'une aiguille saturée fournissant des aiguilles saturées de même diamètre et de trempe *identique*, il était curieux de soumettre la formule de Green au contrôle de l'expérience, spécialement dans le cas d'aiguilles excessivement courtes, dont on pouvait mesurer le moment magnétique par le procédé exposé dans notre précédente Communication, avec un degré suffisant de précision. Pour comparer plus aisément la théorie de

Green à l'expérience, on a construit une série de courbes en prenant pour abscisses les longueurs des aiguilles et pour ordonnées les moments magnétiques correspondants. Ces courbes sont représentées très-fidèlement par l'équation (1), au moins pour les valeurs un peu grandes de x. Pour de très-petites valeurs, les moments magnétiques fournis par l'expérience sont un peu supérieurs. On n'en sera pas surpris, si l'on remarque que la formule de Green a été obtenue par lui en supposant que le rapport $\frac{x}{a}$ conserve des valeurs assez grandes, tandis que nos expériences atteignent des valeurs assez petites de ce rapport.

» La construction des courbes représentatives de l'expérience présente d'ailleurs un grand intérêt; outre qu'elle établit d'une manière incontestable les principes sur lesquels nous nous sommes appuyé jusqu'ici, elle fournit encore une série de résultats nouveaux. Elle donne, entre autres choses, par une construction graphique très-simple, la distance des pôles des aiguilles à leur extrémité. Cette distance, constante pour toutes les aiguilles *longues* de même diamètre, s'obtient en menant la droite asymptote à la branche infinie de la courbe : la demi-abscisse à l'origine de cette droite représente la distance cherchée. De même la demi-abscisse à l'origine d'une tangente quelconque représente cette distance pour l'aiguille courte à laquelle se rapporte le point de tangence.

» *Rupture d'aiguilles cylindriques non saturées, régulières ou présentant des points conséquents.* — De très-nombreuses expériences faites à ce sujet ont fourni une série de lois, conformes à ce que peut faire prévoir la théorie ordinaire du magnétisme; mais il n'existe pas de formules, analogues à celle de Green, avec lesquelles on puisse comparer les résultats numériques de l'expérience. Nous nous bornerons à fournir les énoncés suivants :

» 1° Deux fragments égaux détachés symétriquement par rapport au milieu dans une aiguille régulière possèdent des moments magnétiques égaux.

» 2° Deux fragments égaux non symétriques possèdent encore des moments magnétiques sensiblement égaux, s'ils sont pris à une distance suffisante des extrémités.

» 3° Si l'on compare les moments magnétiques de fragments égaux extrêmes et moyens, ou bien ces moments sont égaux, et alors les fragments possèdent leur moment de saturation, ou ils sont inégaux, et alors les moments les plus grands appartiennent aux fragments moyens. Dans les aiguilles qui présentent des points conséquents, les fragments contenant

un point conséquent sont comparables aux fragments extrêmes des aiguilles régulières.

» 4° Étant donnée une aiguille régulière ou irrégulière, il sera généralement possible de la rompre en fragments assez courts pour qu'ils soient saturés, pourvu toutefois que l'aimantation de l'aiguille primitive ne soit pas trop faible.

» Nous ajouterons que la rupture d'une aiguille est peut-être l'une des méthodes les plus délicates que l'on possède pour s'assurer de sa régularité.

» *Rupture d'aiguilles saturées, opérée parallèlement à l'axe.* — Ces aiguilles étaient obtenues en formant un faisceau prismatique avec des lames de ressort de montre. Ce faisceau, trempé et aimanté tout d'une pièce, était ensuite séparé.

» L'expérience a montré, ainsi qu'on pouvait le prévoir, que les lames séparées ne sont point saturées. Ce qu'il y a d'étrange au premier abord, c'est que la somme des moments magnétiques des lames séparées est notablement supérieure au moment magnétique du faisceau primitif.

» Ce fait n'est point isolé et s'explique assez aisément par la considération des deux sortes de magnétisme, temporaire et permanent, dont l'acier est susceptible. Les limites de cette Note nous obligent à remettre cette étude à une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur quelques particularités relatives à l'efflorescence des deux hydrates formés par le sulfate de soude.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Pasteur.

« La Communication faite à l'Académie au nom de M. de Coppet, dans la dernière séance, relativement à l'existence de deux modifications isomériques du sulfate de soude anhydre, m'engage à faire connaître quelques expériences que j'ai faites sur le même sujet.

» Je rappellerai d'abord que le fait sur lequel s'appuie M. de Coppet, pour admettre l'existence de deux modifications isomériques du sulfate de soude anhydre, n'est pas nouveau; j'ai indiqué en effet, en 1865 (1), que le sulfate de soude *effleuri* fait toujours cristalliser la solution sursaturée de sulfate de soude, tandis que le sulfate de soude déshydraté par la chaleur ne fait plus cristalliser cette solution. Avant d'indiquer quelles conséquences légitimes on peut tirer de ce résultat, que M. de Coppet vient de confirmer, je

(1) *Comptes rendus*, t. LX, p. 833; 24 avril 1865.

crois utile d'indiquer quelques expériences qui le mettent bien en lumière.

» Après avoir vérifié que le sulfate de soude à 10 équivalents d'eau, exposé pendant quelques jours dans l'air sec, à la température ordinaire de 10 à 15 degrés, perd, à 1 millième près au moins, l'eau qu'il contient, j'ai voulu essayer d'enlever la totalité de cette eau en le faisant séjourner très-longtemps dans de l'air tout à fait sec. A cet effet, j'ai recouvert l'extrémité de baguettes de verre d'une couche très-mince de sulfate ordinaire, puis j'ai renfermé ces baguettes dans des flacons contenant de l'air maintenu sec par de l'acide sulfurique et dont la température a varié entre 10 et 25 degrés. Tous les mois, j'essayais un certain nombre de ces baguettes, et toujours elles ont fait cristalliser la solution sursaturée de sulfate de soude, produisant, quelle que fût la concentration de la solution, des cristaux à 10 équivalents d'eau. Après un séjour dans l'air sec prolongé pendant neuf mois et demi, une pellicule de sulfate de soude ordinaire, amenée, par l'efflorescence, à l'état de poudre blanche, et dont l'épaisseur ne dépassait pas un dixième de millimètre, n'avait pas perdu la propriété de produire des cristaux ayant sa forme originelle, si petite que fût la quantité employée. Au contraire, on sait que le même sulfate de soude, chauffé pendant quelques minutes au delà de 33 à 34 degrés, température à laquelle le sel devient anhydre, est tout à fait inactif.

» M. de Coppet tire de cette expérience la conclusion qu'il y a deux modifications isomériques du sulfate de soude anhydre, celle dont l'existence est admise par tous les chimistes et qu'on produit au delà de 33 degrés, et celle qu'on réalise, suivant lui, en desséchant le sulfate de soude ordinaire au-dessous de cette température. Cette conclusion n'est nullement une conséquence nécessaire de l'expérience. En effet, si l'on admet, comme je l'ai démontré, qu'une quantité infiniment petite d'une substance suffit pour faire cristalliser sa solution sursaturée, la cristallisation par le sel effleuri est expliquée si l'on suppose qu'il reste dans ce sel une quantité de sulfate ordinaire non encore transformé, aussi petite qu'on voudra l'imaginer, quantité qu'il est impossible de déceler par l'emploi de la balance ou autrement.

» Voici une expérience qui me semble éclaircir cette question délicate : j'ai reconnu que, dans une solution très-concentrée de sulfate de soude, contenant par exemple 2 parties de sel et 1 partie d'eau, lorsqu'on opère dans le voisinage de 10 à 12 degrés, si l'on sème un cristal pur de sulfate de soude à 7 équivalents d'eau, il ne se développe dans la solution que

cette espèce de sel, et le reste du liquide contient encore assez de sulfate de soude pour constituer une solution sursaturée.

» Or, si l'on réalise la même expérience avec le même sulfate à 7 équivalents d'eau, abandonné au préalable en couche très-mince dans de l'air sec pendant plusieurs mois, auquel cas il ne peut conserver qu'une quantité d'eau trop faible pour être appréciée à la balance, on trouve que cette poudre produit immédiatement, dans la solution concentrée, des cristaux à 7 équivalents d'eau seulement. Ce résultat peut s'expliquer comme les précédents, si l'on admet qu'il est impossible d'enlever par dessiccation, au-dessous de 33 degrés, la totalité de l'eau, et qu'il reste une quantité infiniment petite de sel non déshydraté, laquelle est toujours suffisante pour provoquer la formation de cristaux identiques.

» Avec le mode de raisonnement de M. de Coppet, il faudrait, ou bien admettre une troisième modification isomérique du sulfate de soude anhydre produite par dessiccation au-dessous de 33 degrés du sel à 7HO, ou bien, si l'on ne veut pas admettre l'existence de cette modification nouvelle, supposer que le sulfate à 7HO donne, par dessiccation, au-dessous de 33 degrés, le même sel anhydre que le sel à 10HO donne lorsqu'on le chauffe au delà de 33 degrés, ce qui est assez invraisemblable.

» Il est un dernier point sur lequel je désire appeler l'attention : c'est le mode d'action, sur les solutions sursaturées, du sel anhydre obtenu par l'action de la chaleur. Ce sel, amené au contact d'une solution concentrée, y provoque, non pas immédiatement, mais au bout de quelque temps, la production de cristaux à 7HO.

» Ce fait s'explique facilement; il est de même ordre que celui que présente le borax et dont j'ai donné récemment l'explication. Lorsqu'on opère sur une solution de sulfate de soude entre certaines limites de température, qui sont + 33 et — 8 degrés environ, on peut obtenir, soit par refroidissement, soit par évaporation, une solution assez concentrée pour être saturée de sel à 7HO; c'est alors que le contact d'une parcelle saline à 7HO dépose des cristaux de même composition; si la concentration augmente, par exemple à 8 degrés pour la solution qui contient les $\frac{2}{3}$ de son poids de sel ordinaire, les cristaux à 7HO se déposent spontanément, et, si l'on continuait à concentrer la solution, ils seraient seuls à se produire (à moins que la température ne descendît au-dessous de — 8 degrés, auquel cas le sel à 10HO se formerait spontanément dans la solution restante). Ainsi l'hydrate le plus stable, celui qui se produit spontanément le plus facilement aux températures comprises entre + 33 et — 8 degrés, a pour com-

position $NaOSO^3 + 8HO$. Ce même sel est aussi celui qui se forme par l'hydratation du sulfate anhydre, lorsqu'on le met au contact de l'air saturé de vapeur d'eau. Je me suis assuré en effet que le sulfate de soude anhydre, obtenu en chauffant au rouge sombre le sel ordinaire dans un petit ballon dont le col était ensuite retourné dans un vase rempli d'eau, fixe peu à peu la vapeur d'eau et donne des cristaux qui ne produisent jamais, dans les solutions sursaturées, de cristaux à 10 HO, et donnent, au contraire, dans les solutions concentrées, des cristaux à 7 HO.

» Il en est de même lorsqu'on amène du sulfate de soude anhydre au contact d'une solution sursaturée concentrée; mais l'effet n'est pas instantané : il y a d'abord transformation du sel anhydre en sel à 7 HO par absorption d'eau, puis action sur la solution sursaturée et production de cristaux ayant la même composition.

» On voit ainsi que les phénomènes rappelés par M. de Coppet peuvent s'expliquer simplement sans qu'il soit nécessaire d'admettre l'existence de plusieurs modifications isomériques du sulfate de soude anhydre. J'ajouterai que j'ai observé des particularités analogues avec les solutions concentrées d'azotate de chaux, d'hyposulfite de soude, etc.

» Enfin je signalerai l'importance que présente le fait de la production, dans une même liqueur et à une même température, de deux hydrates différents, pour résoudre la question de savoir à quel état se trouvent les corps dans leurs solutions. »

CHIMIE. — *Réaction du chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore.* Note de M. ARM. GAUTIER, présentée par M. Wurtz.

« L'existence du biiodure de phosphore et celle de l'hydrogène phosphoré spontanément inflammable, auquel M. P. Thenard assigne la formule PH^2, pouvait faire présumer, par analogie, qu'en se plaçant dans des conditions favorables il serait possible d'obtenir le bichlorure de phosphore PCl^2 correspondant au biiodure bien connu PI^2.

» C'est pour contrôler cette hypothèse, et sans grand espoir de succès d'ailleurs, que j'ai tenté de faire réagir le chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore. On sait, en effet, que l'affinité de l'iode pour l'argent est telle, que dans une foule de conditions le chlorure de ce métal échange son chlore contre l'iode des corps avec lesquels on le met en contact.

» Après avoir pulvérisé 50 grammes de biiodure de phosphore pur dans un courant d'air sec, je l'ai placé dans un ballon et mélangé avec

60 grammes de chlorure d'argent desséché réduit en poudre fine. Ces quantités sont telles que, pour l'équation hypothétique

$$3PI^2 + 6AgCl = 3PCl^2 + 6AgI,$$

il y ait un petit excès de chlorure d'argent.

» La réaction commence à froid, et, si l'on chauffe légèrement vers 100 degrés, il distille un liquide incolore qui, recueilli et redistillé, bout entièrement de 76 à 78 degrés. Ce liquide fumant à l'air n'est autre que du trichlorure de phosphore PCl^3, comme on s'en est assuré par ses diverses réactions.

» Si l'on continue à chauffer le ballon au bain d'huile, on voit passer, vers 280 à 300 degrés, un corps en gouttelettes huileuses très-réfringentes, qui se condensent sur les parties froides. Lorsqu'on ouvre le ballon, ces gouttelettes s'enflamment spontanément. Lorsqu'elles sont solidifiées, elles s'allument aisément par la moindre friction, tandis qu'il se forme d'abondantes fumées d'acide phosphorique. Ce corps n'est donc autre que du phosphore ordinaire. Il reste dans le ballon de l'iodure d'argent mêlé de l'excès de chlorure et d'une trace de phosphore amorphe.

» La réaction du chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore a donc lieu d'après l'équation suivante :

$$3PI^2 + 6AgCl = 2PCl^3 + 6AgI + P.$$

» J'ai été frappé, à divers points de vue, de la singularité de cette réaction. Elle donne lieu aux remarques suivantes :

» 1° Lorsque le chlore déplace l'iode dans le biiodure de phosphore, cette réaction, même lorsqu'elle se produit à basse température, ne conserve pas au biiodure son type primitif; 2 atomes d'iode sont remplacés par 3 atomes de chlore, sans que nous soyons autorisés à en conclure que ces deux groupes de métalloïdes soient équivalents, car, dans cette substitution anormale, l'état de saturation des corps réagissants et des produits de la réaction n'est pas resté le même.

» 2° Le chlorure d'argent met en liberté, à basse température, une partie du phosphore du biiodure, réaction au moins singulière, si l'on considère qu'elle est provoquée par un corps chimiquement saturé, le chlorure d'argent, agissant sur un composé formé avec une énergique émission de chaleur.

» 3° Le phosphore ainsi produit est du phosphore *ordinaire*. Or on sait que Brodie a démontré que, sous l'influence de l'iode, le phosphore ordi-

naire passe à l'état de phosphore amorphe. Il était donc, en apparence, logique d'admettre que le phosphore devait être à l'état de phosphore rouge dans son biiodure, et que ce dernier corps faisait partie de la série de ces combinaisons que M. Lemoine et moi-même avons décrites, et qui, d'après toutes leurs réactions, paraissent contenir du phosphore à l'état amorphe, ou tout au moins en dériver et le reproduire aisément. Cette hypothèse était jusqu'à un certain point appuyée par la singularité du type du composé PI^2, comparé aux autres combinaisons du phosphore avec le chlore ou le brome. La réaction du chlorure d'argent sur le biiodure de phosphore est contraire à ce point de vue théorique.

» On peut admettre, pour expliquer la constitution du biiodure de phosphore, que la molécule de ce corps correspond au symbole P^2I^4; ou, en le développant, à

$$\begin{array}{c} {}^{\prime\prime\prime}P\begin{smallmatrix}-I\\-I\end{smallmatrix} \\ | \\ {}^{\prime\prime\prime}P\begin{smallmatrix}-I\\-I\end{smallmatrix} \end{array}$$

corps dans lequel 2 atomes de phosphore triatomiques réunis entre eux agissent chacun comme diatomiques. La densité de vapeur de l'hydrogène phosphoré liquide de M. P. Thenard, prise par M. Croullebois, au laboratoire de M. Wurtz, correspond au poids moléculaire indiqué par la formule P^2H^4, et vient à l'appui de notre hypothèse sur la constitution de ces composés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isomérie du térébenthène et du térébène, au point de vue physique*. Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Balard.

« Nous avons, dans de précédentes Communications (t. LXXVI, p. 1547, et t. LXXVII, p. 483), fait connaître le térébène, ses principales propriétés, et établi son isomérie avec le térébenthène : ces deux corps ont un caractère commun, l'état liquide. On pouvait se demander si une telle dissemblance dans les propriétés chimiques entraînerait nécessairement une différence capitale dans les propriétés physiques des deux isomères. C'est pour résoudre cette question que nous avons procédé avec soin à la détermination de leurs constantes physiques.

» J'ai indiqué précédemment la préparation du térébène, je n'y reviendrai pas; quant au térébenthène, on sait qu'il a été isolé à l'état de pureté par M. Berthelot, en distillant dans le vide la térébenthine brute, après saturation des acides qu'elle contenait. Nous nous sommes borné au fractionne-

ment plus commode de l'essence de térébenthine du commerce, préalablement lavée avec des solutions alcalines. Cette substance bout, pour la majeure partie, vers 160 degrés et laisse un résidu notable de produits supérieurs; mais, par des distillations fractionnées toujours fort longues, on constate que le point d'ébullition s'abaisse de plus en plus, pour devenir fixe, toutes corrections faites, vers 156°, 5. C'est là, d'après mes expériences effectuées avec grand soin, le point d'ébullition du térébenthène pur; il est inférieur à celui de 160 degrés, donné autrefois par divers expérimentateurs. Si l'on examine alors au polarimètre les diverses parties du fractionnement définitif, on observe que ce sont les produits passant vers 156°,5 qui possèdent le pouvoir rotatoire maximum $[\alpha]_j = -40°,32$. Ce pouvoir va en décroissant de plus en plus dans les portions recueillies au-dessus de cette température. C'est le carbure ainsi défini qui fut considéré comme propre aux déterminations ultérieures.

» 1° *Pouvoir rotatoire*

Du térébenthène............	$[\alpha]_j = -40°,32$
Du térébène	Nul.

» Le pouvoir rotatoire 40°,32 est inférieur à celui de 42°,3, donné par M. Berthelot. Cela devait être, car les expériences de ce savant établissent que les acides organiques faibles, contenus dans l'essence de térébenthine, modifient son pouvoir rotatoire, dès la température de 100 degrés, en le diminuant, et c'est précisément dans ces conditions que se trouve placée l'industrie qui nous a fourni la matière première d'où nous avons retiré le carbure pur, lorsqu'elle extrait l'essence de la térébenthine brute commerciale. Nous nous sommes assuré, de plus, que les fractionnements successifs ne modifient pas le pouvoir rotatoire du carbure dont les acides ont été saturés par des alcalis : il suffisait de mesurer la déviation initiale du produit, puis de faire la somme des déviations des diverses parties des fractionnements; on retombait alors sur le pouvoir rotatoire initial. L'extrême sensibilité de l'appareil de M. Cornu nous a permis d'obtenir ce résultat.

» 2° *Point d'ébullition.* — Le point d'ébullition du térébenthène pur est situé vers 156°,5; celui du térébène, vers 156 degrés. Une si minime différence est de l'ordre des erreurs d'expérimentation, qui peuvent être même plus considérables pour des carbures d'un fractionnement si difficile.

» 3° *Densité aux diverses températures.* — Elles ont été obtenues à l'aide

du dilatomètre de M. Regnault, pour des températures distantes de 20 degrés environ et comprises entre zéro et 80 degrés.

Température.	Térébenthène.	Température.	Térébène.
0°.........	0,8767	0°.........	0,8767
17,88......	0,8619	19,68......	0,8604
39,74......	0,8439	39,08......	0,8443
59,38......	0,8277	59,80......	0,8267
79,59......	0,8107	80,87......	0,8089

» Ces résultats de l'expérience correspondent aux équations des lignes droites ci-dessous :

Pour le térébenthène..... $D_t = 0,8767 - 0,0008277\, t.$
Pour le térébène......... $D_t = 0,8767 - 0,0008339\, t.$

» L'interpolation donne les densités de ces carbures, de 20 en 20 degrés, que nous mettons ici en parallèle :

Températures.	Densités. Térébenthène.	Densités. Térébène.	Différence.
0°..............	0,8767	0,8767	+ 0,0000
20..............	0,8601	0,8600	+ 0,0001
40..............	0,8436	0,8433	+ 0,0003
60..............	0,8270	0,8267	+ 0,0003
80..............	0,8105	0,8100	+ 0,0005
100..............	0,7939	0,7933	+ 0,0006

» Ces résultats se confondent sensiblement, comme on le voit, et permettent de conclure, avec une grande probabilité, à l'identité des coefficients de dilatation du térébenthène et du térébène.

» 4° *Indice de réfraction.* — Ces indices ont été déterminés pour quatre raies très-brillantes (d'un pointé très-facile, même dans une pièce éclairée) que l'on obtient en faisant jaillir l'étincelle d'induction entre deux électrodes de magnésium, chargés d'une trace de sel marin (1).

Raies	Longueurs d'onde d'après Thalèn.	Indices. Térébenthène.	Indices. Térébène.	Différence.
Rouge.........	0,00065618	1,4665	1,4645	+ 0,0020
Jaune...........	0,00058920	1,4697	1,4674	+ 0,0023
Verte..........	0,00051739	1,4740	1,4717	+ 0,0023
Bleue........	0,00044810	1,4808	1,4784	+ 0,0024

» Ces résultats se confondent sensiblement pour les deux carbures.

(1) La raie rouge est celle de l'hydrogène de la vapeur d'eau atmosphérique; la jaune,

» En résumé, il résulte de l'ensemble des déterminations ci-dessus que le térébenthène et le térébène, si dissemblables au point de vue chimique, ne diffèrent sensiblement, au point de vue purement physique, que par le pouvoir rotatoire, qui est relativement considérable pour le térébenthène, nul pour le térébène, si toutefois ce dernier a été convenablement préparé.

» La détermination de la chaleur spécifique eût présenté quelque intérêt; je l'ai tentée avec un appareil nouveau, qui conduirait à admettre que la chaleur spécifique du térébenthène serait un peu plus grande que celle du térébène; mais l'étude prolongée de l'appareil m'a fait découvrir quelques causes d'erreur dans le mode d'opérer, ce qui m'engage à ne donner ce dernier résultat que sous toutes réserves.

» Ces expériences ont été faites au Collége de France, dans le laboratoire de M. Balard. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les altérations de la moelle, consécutives à l'arrachement et à la résection du nerf sciatique chez le lapin.* Note de **M. G. Hayem**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Lorsqu'on arrache le nerf sciatique chez de jeunes lapins, un certain nombre de racines se rompent à leur insertion apparente dans les sillons de la moelle; d'autres, et cela arrive principalement pour les postérieures, sont arrachées jusque dans leur trajet intra-médullaire. Il en résulte que l'opération donne toujours lieu à une myélite traumatique, qui siége dans le faisceau postérieur correspondant et occupe une étendue variable, quelquefois toute la partie de la région lombo-sacrée qui donne naissance au sciatique. Plus tard, il se forme une sorte de cicatrice, au niveau du trajet intra-médullaire des racines postérieures, plus rarement des antérieures, et, en même temps, toute la moitié correspondante de la moelle s'atrophie. Cette atrophie est plus rapide et beaucoup plus prononcée que lorsqu'on a pratiqué une simple résection du nerf. Elle porte à la fois sur les faisceaux blancs et sur la substance grise, et s'accompagne, au niveau du point lésé, d'une atrophie considérable, puis, environ au bout de deux mois, d'une disparition complète des cellules nerveuses de tout le segment correspon-

---

celle du sodium; les deux autres appartiennent en propre au magésium. L'usage de ce spectre extrêmement brillant m'a été recommandé par M. Cornu, comme préférable à celui de l'hydrogène, dont la raie violette, dans bon nombre de circonstances, devient très-difficilement visible.

dant de substance grise. Au-dessus de l'origine du sciatique, la moelle est encore un peu atrophiée; mais les cellules nerveuses ne tardent pas à reprendre leurs caractères normaux. Ces lésions sont les seules que l'on trouve chez les animaux sacrifiés, un mois ou deux après l'opération.

» Chez ceux qu'on laisse vivre, on voit survenir, au bout d'un temps variable et avec une fréquence qu'il me serait encore impossible de fixer, des symptômes très-intéressants, dus à une maladie de la moelle. Dans mes expériences, cette maladie s'est montrée au bout de deux mois et demi à trois mois et demi. Elle a consisté en une paralysie progressive, avec atrophie des muscles, affection qui, après avoir débuté par le membre postérieur du côté opposé à l'arrachement, a gagné les membres antérieurs et, plus tard, les régions placées sous la dépendance des nerfs bulbaires.

» Ces phénomènes très-intéressants, que je ne fais qu'indiquer, sont parfaitement expliqués par l'examen histologique de la moelle. En effet, sur des sections minces portant sur les diverses régions de la moelle, on voit, outre les altérations locales, indiquées précédemment, une sorte de myélite centrale généralisée, atteignant jusqu'aux noyaux du bulbe. Il existe, en même temps une périméningite hémorrhagique, caractérisée par la transformation du tissu cellulo-adipeux qui double normalement la dure-mère en une sorte de tissu embryonnaire, extrêmement vasculaire et contenant de petits foyers hémorrhagiques.

» Dans les cas de simple résection du nerf, on observe également une atrophie de la moitié correspondante de la moelle, qui, assez notable au niveau des origines du sciatique, va en s'affaiblissant rapidement plus haut. Elle ne produit qu'une altération peu prononcée des cellules nerveuses. Ce résultat, qui paraît être la règle, peut cependant, probablement d'une manière tout à fait exceptionnelle, se compliquer aussi de myélite : ainsi, un des lapins, auquel j'ai fait la résection du nerf sciatique sur une longueur suffisante pour empêcher la réunion des deux bouts, a succombé aussi à une myélite centrale, avec périméningite, comme les animaux soumis à l'arrachement du nerf.

» Voici, en quelques mots, quels sont les caractères histologiques de cette sorte de myélite consécutive : hyperhémie de la substance grise et quelquefois petits foyers d'extravasation sanguine, composés de très-petits amas de globules rouges; exsudation colloïde ou granuleuse, dans le canal central et dans les éléments cellulaires qui le tapissent; dégénérescence atrophique des cellules nerveuses, allant jusqu'à leur destruction complète, ou en apparence complète.

» Cette dégénérescence des cellules commence par une modification particulière du protoplasma : celui-ci perd son aspect granuleux, normal; il devient plus réfringent, comme vitreux, et se colore plus fortement par le carmin.

» Au début de l'altération, le noyau et le nucléole sont encore faciles à distinguer; mais bientôt le protoplasma vitreux masque plus ou moins complétement le noyau et le nucléole qui, après être devenus obscurs, disparaissent. En même temps, on voit survenir, dans un certain nombre d'éléments, dès le début du processus, des sortes de vésicules sphériques, quelques-unes énormes, qui paraissent contenir simplement de la sérosité et qui transforment la cellule nerveuse en une sorte de petite masse extrêmement irrégulière, dont la forme dépend du nombre et des dimensions variables de ces vésicules. Dans l'intervalle des vésicules, la substance de la cellule présente les caractères de l'état vitreux. Sous l'influence de cette sorte de dégénérescence vitreuse ou vitro-vésiculeuse, les éléments cellulaires perdent leurs prolongements ou n'en présentent plus que de très-grêles. Ils sont comme ratatinés, flétris, anguleux, plissés, et ils s'atrophient de plus en plus, de sorte qu'à la fin de cette évolution morbide on reconnaît à peine, au milieu des éléments de la névroglie, quelques corpuscules très-petits, extrêmement irréguliers, qui diffèrent cependant des noyaux de la névroglie par leur plus grande affinité pour le carmin.

» Outre ces altérations, on peut voir survenir, autour de la substance grise altérée, et cela aussi dans toute l'étendue de la moelle, une sclérose diffuse des faisceaux blancs, qui s'irradie en éventail du centre à la périphérie.

» Ces expériences, très-brièvement résumées, conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° L'arrachement du nerf sciatique, chez le lapin, est suivi d'une myélite cicatricielle, qui peut être le point de départ d'une sorte de myélite centrale généralisée.

» 2° Le caractère principal de cette altération de la substance grise de la moelle consiste en une dégénérescence atrophique des cellules nerveuses.

» 3° Cette sorte de myélite, qui paraît être la règle lorsque, après l'arrachement du nerf, on laisse survivre les animaux, peut également survenir dans le cas d'une simple résection.

» On peut appliquer ces faits expérimentaux à la pathologie humaine

et en tirer des conséquences importantes. Je ne puis indiquer ici que les principales :

» 1° La propagation à toute la substance grise d'une irritation portant primitivement sur un point limité de la moelle (arrachement du nerf) permet de comprendre les observations cliniques, aujourd'hui nombreuses, dans lesquelles une plaie, une contusion de la moelle, une tumeur ou une lésion limitée quelconque, ont été le point de départ d'une myélite centrale, aiguë, subaiguë ou chronique. (Quelques-uns de mes animaux en expérience, morts au bout de cinq à six jours, avaient peut-être une myélite aiguë généralisée. Malheureusement ils n'ont pas été examinés à ce point de vue; mais un chat, chez lequel j'ai fait l'arrachement d'un nerf cervical, est mort en quelques jours d'une myélite aiguë.)

» 2° La possibilité de déterminer, pour ainsi dire à volonté, la myélite centrale chez les animaux prouve que cette sorte d'altération, caractérisée surtout par une atrophie plus ou moins rapide des cellules nerveuses, est bien de nature irritative, et qu'il existe réellement, à côté des myélites interstitielles, une myélite parenchymateuse qui, dans la substance grise, frappe d'une manière toute spéciale l'élément nerveux lui-même. On pourra donc ainsi étudier, comme à loisir, la dégénérescence et l'atrophie des cellules nerveuses. (On remarquera ici que, dans mes expériences, je n'ai pas obtenu la dégénérescence pigmentaire des cellules qui, d'après les observations publiées particulièrement par Lockhart, Clark et M. Charcot, paraît être l'altération la plus fréquente chez l'homme.)

» 3° D'après ces expériences, on voit que la myélite centrale parenchymateuse a une tendance invincible à se généraliser; que, d'un point de la substance grise, elle s'étend à la partie correspondante du côté opposé, et de là à toute la moelle, jusqu'aux noyaux bulbaires. Ces particularités sont en rapport avec la marche envahissante progressive des maladies centrales de la moelle, telle qu'elle est établie par les observations cliniques.

» 4° L'atrophie rapide des muscles, observée chez les animaux atteints de ces lésions de la moelle, démontre, d'une manière tout à fait nouvelle, l'influence trophique des cellules de la moelle épinière; aussi ces faits me paraissent-ils être d'une importance très-grande au point de vue de la paralysie atrophique de l'enfance et de l'âge adulte, et de l'atrophie musculaire progressive.

» 5° L'expérience relative à la résection du nerf sciatique, en établissant que l'irritation traumatique d'un nerf peut se propager jusqu'à la substance grise de la moelle et produire une myélite parenchymateuse avec atrophie

des cellules, explique d'une manière très-nette l'observation que M. Duménil a publiée sous le nom de névrite ascendante, et dans laquelle cet observateur distingué a admis à tort, pour expliquer une atrophie musculaire progressive, consécutive à une contusion du sciatique, des lésions multiples des nerfs périphériques convergeant isolément vers le centre spécial.

» 6° Enfin l'ensemble de ces expériences établit, d'une façon générale, que les irritations des parties blanches du système nerveux (faisceaux, racines, nerfs) peuvent retentir sur la substance grise et y produire des lésions diffuses et généralisées, et ainsi se trouvent expliqués expérimentalement les rapports qui existent cliniquement entre la plupart des affections chroniques du système nerveux, particulièrement les scléroses fasciculées et l'atrophie musculaire progressive, rapports qui ont été surtout mis en évidence par M. Charcot et ses internes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le régime pluvial de la zone torride, dans les bassins des océans Indien et Pacifique;* par M. V. RAULIN.

« Dans le bassin de l'océan Indien, il y a opposition complète entre les deux presqu'îles en deçà et au delà du Gange, la Chine et les îles Philippines au nord d'une part, et Maurice et la Réunion vers le sud-ouest et les îles de la Sonde vers le sud-est, d'autre part.

» Sur la côte occidentale d'Afrique, tous les lieux d'observations sont situés au sud de l'équateur entre 12 et 21 degrés de latitude, depuis Tete sur le Zambèse, par Madagascar et ses annexes, jusqu'à la Réunion et Maurice; le régime des pluies d'hiver y est très-fortement prononcé, tout aussi bien sur le littoral que dans l'intérieur.

» Dans les deux presqu'îles indiennes, situées au nord de l'équateur, le régime des pluies d'été existe partout et devient extrêmement accentué, surtout au nord-est du golfe d'Oman et du golfe du Bengale (1). Dans la presqu'île en deçà du Gange, depuis l'embouchure de l'Indus, sur la côte de Malabar, dans le Deccan et au Bengale, le maximum de pluie tombe de juin à août, tandis que sur la côte de Coromandel c'est d'octobre à

(1) Le pays montueux des Kasi-Hills, situé en dehors du tropique, entre la vallée du Brahmapoutra et celle du Barak, est probablement le plus pluvieux du globe. En effet, à Cherrapunji, situé à 1200 mètres d'altitude, la moyenne annuelle de près de huit années d'observations est presque de 16 mètres (15m,9690); il tombe de 3 à 4 mètres d'eau, pendant chacun des mois de juin, juillet et août.

novembre. L'île de Ceylan, située de 9 à 6 degrés de latitude nord, présente, tant sur les côtes ouest et est que dans les montagnes centrales, des anomalies qui annoncent le voisinage du régime inverse; en effet, il y a une période de grande sécheresse entre deux maxima, de mai à juin et d'octobre à novembre.

» Dans la presqu'île au delà du Gange, à partir du tropique, de l'extrême fond du golfe du Bengale à la presqu'île de Malacca, le régime des pluies d'été est des mieux prononcés, même à Pulo-Penang où le mois d'octobre est le plus pluvieux. Au voisinage de l'équateur et au sud, le régime change : à Padang, sur la côte sud-ouest de Sumatra, par 1 degré de latitude sud, les trois derniers mois de l'année sont les plus pluvieux; à Singapore, dans le détroit de Malacca, par 1 degré de latitude nord, la période estivale est décidément plus sèche, et ce régime s'accentue très-fortement dans l'île de Java, entre 6 et 8 degrés de latitude sud, tout aussi bien dans les parties basses que sur les montagnes.

» Plus à l'est, dans le bassin de l'océan Pacifique, où les stations météorologiques sont encore bien rares, l'opposition paraît exister seulement à l'extrémité occidentale, le régime des pluies d'été de la presqu'île de l'Inde se poursuivant sur la mer de Chine, à Bangkok, en Cochinchine, en Chine et dans les îles Philippines, tandis que le régime opposé existe, ainsi qu'on vient de le voir, dans les îles de la Sonde.

» Dans l'intérieur de l'océan Pacifique, grâce à l'occupation ou au protectorat français, on a des séries déjà longues dans deux archipels : à la Nouvelle-Calédonie, presque sous le tropique du Capricorne, et à Taïti par 18 degrés. Le régime des pluies d'hiver est bien accusé, c'est-à-dire celui des pluies de la saison chaude de cet hémisphère, lequel règne aussi aux îles Hawaï situées au nord sur la limite opposée de la zone torride, près du tropique du Cancer.

» En résumé, dans la zone torride, les différences des températures moyennes mensuelles, qui sont loin d'être aussi considérables que dans les zones tempérées, paraissent cependant avoir une influence considérable sur la chute de la pluie ou le régime pluvial.

» Au nord d'une ligne, qui tantôt coïncide avec l'équateur, et tantôt remonte plus ou moins au nord, la pluie, souvent très-abondante, tombe surtout d'avril à septembre, c'est-à-dire pendant la période semestrielle chaude de l'hémisphère septentrional. Au sud de cette ligne, elle tombe surtout pendant la période semestrielle alternante, d'octobre à mars, qui est toutefois aussi la période chaude de l'hémisphère méridional.

Tableau des quantités moyennes mensuelles d'eau tombée dans la zone torride (océans Indien et Pacifique).

	Localités et altitudes.	Ann.	Janv.	Févr.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
Mozambique, Madagascar et Iles.	Tete (Zambèze)	2	198,4	98,2	198,0	32,2	12,7	12,7	0,0	0,0	0,0	0,0	114,5	185,4
	Mayotte	2	221,5	232,6	167,2	74,2	12,3	12,4	7,1*	6,1	42,5	21,6	161,8	142,8
	Antanarive	1	130,6	165,2	160,9	25,4	44,4	4,2	0,0	62,3	0,0	50,7	84,8	254,0
	Saint-Denis	21	235,9	244,9	329,3	113,4	58,5	31,2	31,2	30,9	32,7	52,3	93,6	236,6
	Saint-Benoît	4	714,4	558,3	414,0	593,7	339,4	109,5	363,5	143,6	161,2	90,8	104,7	546,8
	Saint-Pierre	?	122,8	140,4	149,7	84,6	84,8	29,9	46,1	50,1	40,7	25,6	33,8	75,5
	Braes (381m)	5	203,3	393,8	237,5	154,9	68,6	74,5	80,4	108,6	76,2	45,7	76,1	203,0
	Port-Louis (14m)	14	165,4	296,4	133,5	90,2	60,0	87,4	22,8	31,8	9,9	16,5	50,8	101,5
Côte de Malabar et Deccan.	Bombay (10m)	46	0,3	0,0	0,0	0,6	6,9	570,7	624,7	381,3	275,5	37,5	4,7	0,6
	Mahableshwur (1372m)	15	1,3	6,4	3,8	33,2	84,0	1181,9	2339,3	1837,2	795,5	116,3	52,6	1,3
	Anjarakandy	14	1,3	2,3	9,4	29,7	176,5	789,9	988,3	573,2	311,9	159,0	65,2	30,3
	Cochin (6m)	5	43,7	2,3	51,8	82,6	481,8	779,6	440,2	332,5	122,4	245,6	57,9	57,7
	Trevandrum (40m)	8	27,4	5,1	55,7	91,9	278,2	356,4	200,9	88,7	106,9	262,9	195,6	92,7
	Ootacamund (2105m)	4	0,0	12,0	25,9	101,6	165,1	165,1	108,5	101,6	161,5	165,3	89,4	44,0
	Nagpur	8	10,4	19,8	31,3	6,6	15,2	239,8	279,6	262,6	228,8	85,3	22,9	28,1
Bengale, Côte de Coromandel et Ceylan.	Calcutta	32	13,5	18,3	30,1	57,2	137,2	299,7	338,7	360,5	262,5	135,0	17,0	6,1
	Madras	19	27,2	7,8	10,0	21,6	53,3	57,4	95,5	97,5	111,8	338,8	258,5	144,0
	Pondichéry	17	41,6	6,9	25,1	50,2	53,9	42,6	86,2	141,2	132,2	251,5	277,2	118,3
	Vaurior (18m)	5	22,9	11,0	27,9	10,4	101,4	53,8	24,6	2,5	13,5	166,8	108,2	83,3
	Colombo (6m)	12	110,8	43,2	87,2	181,6	335,2	146,6	127,5	103,6	117,0	306,8	282,9	140,5
	Newera-Ellia (1890m)	5	207,4	49,5	51,3	119,4	79,5	204,2	184,6	131,5	182,1	249,4	154,7	190,7
	Trincomalee (8m)	5	167,6	53,6	6,9	11,2	73,1	29,4	90,9	116,8	117,3	177,8	364,7	375,3
Birmanie et Malacca.	Tippezah	10	19,5	27,2	57,9	235,7	292,3	517,7	434,5	349,4	265,4	178,8	54,8	1,5
	Chittakong	11	9,4	41,1	33,2	138,7	239,3	582,2	572,5	585,2	330,4	150,6	58,4	14,0
	Akyab	10	11,0	8,4	12,5	35,0	203,2	1655,0	1416,2	1060,0	634,2	372,6	160,0	5,3
	Rangoon (12m)	2	0,0	0,0	0,0	67,3	355,6	553,8	957,6	428,0	374,7	190,5	53,3	5,3
	Moulmein	13	0,0	0,8	5,9	28,9	445,0	773,2	1037,6	951,5	730,0	193,5	61,8	9,1
	Pulo-Penang	4	84,8	65,8	134,1	182,9	114,1	189,0	174,0	260,4	247,7	314,2	223,7	106,7
	Singapore	3	306,6	161,0	142,0	194,8	177,3	142,2	154,4	158,3	141,4	301,3	236,7	163,1
Iles de la Sonde.	Padang	6	338,0	251,0	408,0	397,0	327,0	263,0	386,0	391,0	401,0	587,0	462,0	587,0
	Batavia (7m)	5	427,0	358,0	144,0	100,0	93,0	79,0	54,0	82,0	67,0	143,0	133,0	309,0
	Buitenzorg (271m)	13	393,3	400,9	422,9	363,2	325,9	203,5	248,7	236,4	242,3	330,9	285,3	297,8
	Bandong (702m)	4	119,9	217,6	173,1	274,2	154,6	83,4	113,0	31,2	114,4	204,1	190,8	224,6
	Tjie-Nizoean (1566m)	4	350,7	377,4	345,8	269,4	237,8	118,9	112,4	85,9	218,9	340,2	324,7	381,3
	Gr.-Malawar (2339m)	4	330,8	351,0	335,0	234,7	218,4	114,1	100,9	111,7	204,0	339,6	338,8	364,0
	Banjoewangi	2	203,0	384,5	229,5	99,5	83,5	27,0	28,0	48,5	91,5	192,5	153,0	185,0
Chine, Cochinchine, Siam.	Hong-kong (10m)	12	14,0	38,1	78,0	126,2	248,8	437,4	375,3	292,6	379,7	130,3	36,4	17,0
	Saïgon (10m)	7	14,7	1,2	15,2	39,8	216,6	288,1	347,4	288,5	526,6	287,2	103,0	43,0
	Bangkok	3	2,5	14,5	44,2	151,6	177,3	204,7	146,8	238,3	376,7	188,2	90,4	0,8
Iles Philipp.	Manille	4	31,9	74,0	16,5	49,1	99,2	236,3	330,5	543,3	414,2	263,0	80,1	60,2
Nouvelle-Calédonie.	Kanala (70m)	2	139,0	314,0	138,7	207,3	93,6	126,0	47,4	142,1	49,1	192,6	103,1	57,4
	Nouméa (7m)	9	68,7	69,7	128,9	141,7	93,0	108,4	66,9	54,9	45,5	58,3	48,3	82,1
Iles de la Soc.	Papeete	12	196,4	114,9	151,2	110,1	77,9	62,1	54,9	22,6	36,8	72,3	157,1	142,4
Iles Hawaï.	Waioli (Kauaï)	1	116,8	76,2	167,6	355,6	152,4	116,8	203,2	139,7	137,2	467,4	132,1	127,0
	Honolulu	4	65,7	248,1	178,2	175,8	81,5	17,2	15,5	13,7	7,5	31,7	84,0	290,9

Tableaux des quantités moyennes trimestrielles et annuelles.

Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.	Localités.	Hiver.	Print.	Été.	Autom.	Année.
Côtes orientales d'Afrique et îles.											
Tete	482,0	242,9	12,7	114,5	852,1	Saint-Benoît	1819,5	1347,1	616,5	356,7	4139,8
Mayotte	596,9	253,7	25,6	225,9	1302,1	Saint-Pierre	338,7	319,1	126,1	100,1	884,0
Antanarivo	549,8	230,7	66,5	135,5	982,5	Braes	800,1	461,6	263,5	198,0	1723,6
Saint-Denis	717,4	501,2	93,3	178,6	1490,5	Port-Louis	563,3	283,7	92,0	77,2	1016,2
Indes, Birmanie et îles de la Sonde.											
Bombay	0,9	7,5	1576,7	317,7	1902,8	Tippezah	48,2	585,9	1301,6	499,0	2434,7
Mahableshwur	9,0	121,0	5358,4	964,4	6452,8	Chittakong	64,5	411,2	1739,9	539,4	2755,0
Anjarakandy	33,9	215,6	2351,4	536,1	3137,0	Akiab	24,7	250,7	4131,2	1166,8	5573,4
Cochin	103,7	616,2	1552,3	425,6	2698,1	Rangoon	5,3	422,7	1939,4	618,5	2986,1
Trevandrum	125,2	425,8	646,0	565,4	1762,4	Moulmein	9,9	479,8	2762,3	985,3	4237,3
Ootacamund	56,0	292,6	375,2	416,2	1140,0	Pulo-Penang	257,3	431,1	623,4	785,6	2097,4
Nagpur	58,3	53,1	782,0	337,0	1230,4	Singapore	630,7	514,1	454,9	679,4	2279,1
Calcutta	37,9	224,5	998,9	414,5	1675,8	Padang	1176,0	1132,0	1040,0	1450,0	4798,0
Madras	79,0	84,9	250,4	709,1	1123,4	Batavia	1094,0	337,0	215,0	343,0	1987,0
Pondichéry	166,8	129,2	270,0	660,9	1226,9	Buitenzorg	1092,0	1112,0	688,6	858,5	3751,1
Vaurior	117,2	139,7	80,9	288,5	626,3	Bandong	562,1	601,9	227,6	509,3	1900,9
Colombo	294,5	604,0	377,7	706,7	1982,9	Tjie-Nizoean	1109,4	853,0	317,2	883,8	3163,4
Neweza-Ellia (1890m)	447,6	250,2	520,3	586,2	1804,3	Grand-Malawar	1045,8	788,1	326,7	882,4	3043,0
Trincomalee	596,5	111,2	237,1	659,8	1604,6	Banjoewangi	772,5	412,5	103,5	437,0	1725,5
Chine, Cochinchine, Siam.											
Hong-Kong	69,1	453,0	1105,3	546,4	2173,8	Bangkok	17,8	373,1	589,8	655,3	1636,0
Saïgon	58,9	271,6	924,0	916,8	2171,3						
Iles Philippines et Nouvelle-Calédonie.											
Manille	166,1	164,8	1110,1	757,3	2198,3	Nouméa	220,5	363,6	230,2	152,1	966,4
Kanala	510,4	439,6	315,5	344,8	1610,3						
Iles de la Société et Hawaï.											
Papeete	453,7	339,2	139,6	266,2	1198,7	Honolulu	604,7	435,5	46,4	123,2	1209,8
Waioli	320,0	675,6	459,7	736,7	1872,0						

» La vapeur d'eau répandue dans l'atmosphère de la zone torride se condense et tombe ainsi en pluie alternativement d'un côté et de l'autre de la ligne séparative, sur celui qui est le plus directement opposé aux rayons du soleil.

» Deux grandes exceptions ont lieu sur les deux rives de l'océan Atlantique, occasionnées sans doute par l'uniformité de température des surfaces : le régime méridional se portant, d'un côté, du Brésil, par les vastes plaines intérieures, dans les Guyanes et les Andes de la Nouvelle-Grenade, et de l'autre, de la partie orientale de l'océan Atlantique austral, jusqu'au delà de la côte de la Guinée; empiétant ainsi, de part et d'autre, sur le régime septentrional jusqu'à 10 degrés au nord de l'équateur, soit jusqu'aux Andes du Vénézuéla, soit jusqu'aux monts Kong de la Guinée.

» C'est sans doute aussi aux conditions particulières d'uniformité dans

la répartition de la température à la surface de l'océan Pacifique qu'est due, dans l'océan Pacifique, l'extension du régime méridional jusqu'au tropique du Cancer, dans les îles Hawaï (1). »

PHYSIQUE. — *Note à propos de nouvelles expériences de* M. Tyndall, *sur la transparence acoustique de l'air;* par M. W. DE FONVIELLE. (Extrait par l'auteur.)

« Aux mois de mai et de juin 1873, M. Tyndall a exécuté, à l'aide d'un yacht qui croisait au large des côtes du comté de Kent, des expériences destinées à déterminer la nature des sons les plus aptes à servir de signaux maritimes. Le physicien anglais a constaté (2) que la portée des sons produits à l'aide de sifflets à vapeur est très-grande quand l'air est troublé par des brumes assez épaisses pour dérober la vue du rivage. Il croit qu'elle n'est point à beaucoup près aussi considérable quand l'air est tout à fait limpide et calme.

» L'observation de M. Tyndall est d'accord avec les faits que l'auteur a soumis à l'Académie, il y a près de trois ans, et qui ont été constatés aussi bien par lui que par d'autres aéronautes. Le Mémoire où ils étaient discutés faisait partie de ceux qui ont valu à l'auteur un Rapport de M. Edm. Becquerel, le 9 janvier 1872. Cependant l'auteur ne pense pas qu'il soit possible d'adopter l'explication proposée par M. Tyndall. En effet, s'il est facile de comprendre que l'air humide n'étouffe facilement ni les sons aigus ni les sons graves, on ne voit pas comment il faciliterait la propagation de ces premiers, à l'exclusion des autres.

» Les sons du sifflet à vapeur ne sont point les seuls qui soient venus frapper l'oreille des aéronautes au-dessus de la mer de nuages. Ils paraissent en avoir entendu d'autres, toujours très-aigus, mais quelquefois d'une intensité absolue bien moindre.

» L'auteur croit donc devoir persister dans les applications qu'il a pré-

(1) C'est à d'autres causes, probablement à des courants marins, portant des eaux chaudes dans des parages froids, qu'il faut attribuer les changements de régimes par suite desquels le régime méridional se prolonge : 1° dans tout l'océan Atlantique septentrional (Bermudes, Acadie, Terre-Neuve, Islande, îles Feroë, Norvége, îles Britanniques, côtes des Pays-Bas et de France, Espagne, Madère et Açores) et dans presque tout le bassin de la mer Méditerranée; 2° dans l'océan Pacifique, des îles Hawaï sur toute la côte de l'Amérique du Nord, depuis le fond de la mer Vermeille jusqu'aux limites mêmes de l'Océan, non loin du cercle polaire, à l'est de la presqu'île d'Alaska, d'après les observations des Américains et des Russes.

(2) Voir le compte rendu publié par le *Times* du 19 janvier 1874.

sentées, et qui consistent à supposer que l'enveloppe du ballon, plus ou moins fortement tendue par le gaz, agit comme une membrane, permettant d'entendre de préférence certains des sons qui, quoique tous très-faibles, ont pu franchir le rideau de vapeurs constituant la mer de nuages. Il se demande si les voiles du yacht de M. Tyndall n'ont pas produit, à l'insu de ce physicien, un effet de même nature. Reste encore, dans l'expérience de M. Tyndall, la question de la direction du vent, dont l'aéronaute n'a point à se préoccuper puisqu'il le suit. Ces raisons conduisent de plus l'auteur à conclure que des expériences en ballon, telles que celles dont il a présenté le programme et qu'il est tout disposé à exécuter, seraient beaucoup plus simples, beaucoup plus rigoureuses et beaucoup moins dispendieuses pour résoudre une question si urgente au point de vue de la navigation maritime.

CHIMIE. — *Sur la production de cristaux d'oxalate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien*. Note de M. **E. Monier**. (Extrait.)

« M. Vesque a présenté à l'Académie (p. 149 de ce volume) une Note sur l'oxalate de chaux cristallisé. Je suis parvenu, il y a déjà quelques années (*Comptes rendus*, 10 décembre 1866, t. LXIII, p. 1013), aux mêmes résultats, par un procédé différent. Aux résultats signalés dans cette Note et qui ont été obtenus sur l'oxalate de chaux et sur le phosphate ammoniaco-magnésien, en superposant simplement, par ordre de densité, des liquides capables de donner naissance à ces sels par leurs réactions mutuelles, j'ajouterai les remarques suivantes :

» 1° Lorsque des liquides de densité différente peuvent produire un précipité très-dense, comme, par exemple, une solution de sel marin reposant sur un bain de sous-acétate de plomb, le mélange de ces deux liquides pourra se faire en quelques jours; en effet, dans ce cas, le chlorure de plomb, en se précipitant, produit un faible mouvement ou remous dans les liqueurs et active leur combinaison.

» 2° Lorsque les liqueurs d'affinité différente ne doivent pas produire de précipité, leur mélange se fera très-lentement; si l'on fait reposer un tube rempli d'eau préalablement colorée en bleu par la teinture de tournesol, sur un bain d'acide sulfurique concentré, il se produira, à l'orifice du tube, une petite colonne rouge dont la hauteur augmentera de 2 ou 3 centimètres en vingt-quatre heures, et il faudra plusieurs jours pour que la teinture passe complétement au rouge (1). »

(1) Les proportions d'acide sulfurique parvenant à s'élever à la partie supérieure du tube sont à peine de quelques millièmes.

M. **Godard** adresse une Note relative à une pâte agglutinante et imperméable, composée de gutta-percha, de colophane, de glu et d'huile siccative.

M. le Général **Morin** appelle l'attention de l'Académie sur quelques-uns des travaux contenus dans le dernier numéro de la *Revue d'Artillerie* (janvier 1874), publiée par ordre du Ministre de la Guerre :

« La quatrième livraison du tome III de la *Revue d'Artillerie* contient une Note très-importante de M. le capitaine Castan, attaché à la poudrerie du Bouchet, sur l'emploi des nouvelles poudres dans les canons de tous calibre. L'auteur y discute, avec l'habileté d'un artilleur habitué à s'en servir, les conditions auxquelles doit satisfaire une poudre de guerre, selon la nature des effets à obtenir et les calibres employés. Il passe en revue l'influence des divers éléments de la question sur les effets des poudres, savoir :

La densité du chargement. Il fait voir qu'il existe une densité de chargement qu'on ne peut dépasser sans s'exposer à des effets brisants.

» *Le calibre*. Il montre que, pour une même poudre et toutes choses égales d'ailleurs, l'augmentation du calibre est une cause de plus grande rapidité de combustion.

» *Les résistances indépendantes du projectile*. Il indique que le poudrier peut, avec les mêmes matières, faire une poudre lente ou vive, en modifiant seulement le grain, et que l'artilleur peut obtenir de bons effets balistiques ou des effets brisants, en variant le mode de chargement.

» *Les résistances du projectile au départ*. En faisant varier le poids, les proportions, le mode de forcement des projectiles, la disposition des rayures, on peut obtenir aussi des effets très-différents.

» Les conclusions fort rationnelles de cet important travail peuvent se formuler ainsi qu'il suit :

» 1° Les recherches et les études relatives aux poudres doivent être faites simultanément aux points de vue de leur fabrication et de leur emploi.

» 2° Les relations entre un système d'artillerie et la poudre qui lui est destinée sont telles, qu'on ne doit pas séparer les recherches et les études relatives à l'une et à l'autre, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves mécomptes.

» Ce même numéro contient la suite du savant Mémoire de M. le capitaine Jouffret sur l'établissement et l'usage des tables de tir et la description

d'un nouveau densimètre à mercure, spécialement modifié pour les poudres à gros grains par M. le capitaine Grosset, adjoint à la poudrerie du Bouchet. »

A 5 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 janvier 1874.

(suite.)

Journal de Thérapeutique, publié par A. Gubler, avec la collaboration de MM. A. Bordier et E. Labbée; 1re année, n° 1, 10 janvier 1874. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. Bouillaud.)

T. Husnot. *Table alphabétique des* Musci Galliæ; fascicules I-X (nos 1-500). Cahan, T. Husnot, 1873; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°; t. II, 1er fascicule. Bruxelles, 1873; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences, et rédigées par E.-H. von Baumhauer; t. VIII, liv. 3, 4. La Haye, M. Nijhoff, 1873; 2 liv. in-8°.

Archives du Musée Teyler; t. VIII, 3e fascicule. Harlem, les héritiers Loosjes. 1873; gr. in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. Boncompagni; t. VI, aprile, maggio, giugno. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Reale Accademia dei Lincei. Sulla mummificazione de' cadaveri. Osservazioni del prof. C. Maggiorani e del prof. Moriggia. Sans lieu ni date; br. in-4°.

Di una straordinaria produzione cornea sulla mano destra d'una donna. Nota del D. V. Peyrani, susseguita da *Relativa analisi anatomica ed istochimica* del D. A. Moriggia. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Poteri digerenti del feto ed autodigestioni, sperienze ed osservazioni del prof. A. MORIGGIA. Roma, 1873; opuscule in-8°.

Ueber die beste Darstellungsweise und die Entwicklung der Rohrchen der Kristallinse; von A. MORIGGIA. Turin, 1869; br. in-8°.

Zur kenntniss des harns und schweisses; von A. MORIGGIA. Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Natuurkundig tijdschrift voon nederlandsch Indie, nitgegeven door de Koninklijke natuurkundige vereeniging in nederlandsch Indie; deel XXIX. Batavia, van Dorp, 1867; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 JANVIER 1874.

Le métal à canon; par M. E. FREMY, Membre de l'Académie des Sciences. Paris, G. Masson, 1874; br. in-8°.

Statique expérimentale et théorique des liquides soumis aux seules forces moléculaires; par J. PLATEAU. Paris, Gauthier-Villars; Londres, Trübner et Cie, 1873; 2 vol. in-8°.

Les Lichens du massif granitique de Ligugé au point de vue de la théorie minéralogique; par H.-A. WEDDELL. Paris, imp. Martinet, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*) (Présenté par M. Cosson.)

Nouvelle revue des lichens du jardin public de Blossac, à Poitiers; par M. le Dr H.-A. WEDDELL. Cherbourg, imp. Bedelfontaine et Syffert, 1873. (Extrait des *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg.*) (Présenté par M. Cosson.)

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 4e liv., janvier 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Éléments de Toxicologie et de Médecine légale appliquée à l'empoisonnement; par A. RABUTEAU; 2e fascicule. Paris, Lauwereyns, 1874; in-12.

Le psoriasis buccal; par le Dr M. DEBOVE. Paris, F. Savy, 1873; br. in-8°.

Traité d'analyse chimique à l'aide de liqueurs titrées; par le Dr F. MOHR; 2e édition française traduite sur la 4e édition allemande, par C. FORTHOMME; fascicule 1er. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Descriptions of some new species, subspecies and varieties of plants collected in Morocco, by J.-D. HOOKER, G. MAW and J. BALL. London, Ranken and Co, sans date; br. in-8°.

Progress reports and final report of the exploration committee of the royal Society of Victoria 1872. Melbourne, Mason and Firth, 1872; gr. in-8°.

DIAMILLA-MULLER. *Revista scientifica per l'anno* 1873; secondo semestre, vol. IV. Milano, coi tipi della *Gazzetta di Milano*, 1873; in-18.

1873. *R. stazione enologica sperimentale di Asti*; anno primo. Asti, tip. Vinassa, 1873; in-8°.

Della locomozione a vapore sulle strade ordinarie; dissertazione da L. BRUNELLI. Torino, Paravia, 1873; in-8°.

Die arbeiten der Geologischen abtheilung der Landesdurchforschung von BÖHMEN; II Theil; enthaltend: *Dr Em. Boricky's*. Prag, Rivnac, 1873; in-8°.

ERRATA.

(Numéro du 5 janvier 1874.)

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, *Correspondants*, Section de Mécanique, page 9, ligne 9, *au lieu de* N........, *lisez* DIDION (le général Isidore), à Nancy, *Meurthe-et-Moselle*.

N° 4.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 26 Janvier 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 4.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

M. Beauregard

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 5 (2 Février 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 FÉVRIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Mathieu fait hommage à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, de l'« Annuaire pour l'an 1874 »; il renferme un deuxième article de M. Faye, sur la *Constitution physique du Soleil*.

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme; réponse à M.* Gaugain, par M. J. Jamin.

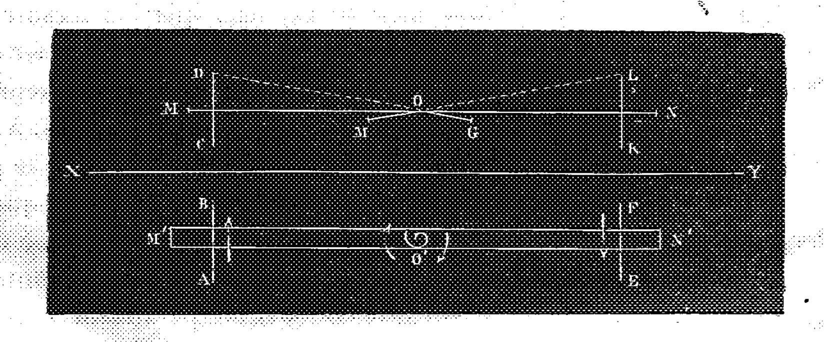
« Je prie l'Académie de vouloir bien se rappeler que j'ai mesuré tout récemment la tension magnétique développée sur une barre de fer doux par une ou deux bobines disposées en divers points de sa longueur. J'ai réussi à donner la formule de cette tension pour les barres infinies, à montrer qu'elle est proportionnelle à leur section, à en déduire ce qui se passe lorsqu'elles sont limitées à une longueur finie, et enfin à prouver que, s'il y a deux bobines, l'intensité développée entre elles est la somme ou la différence des intensités individuelles quand les courants sont contraires ou parallèles. J'ai terminé en disant que ces faits me paraissent nécessiter une *modification* dans la théorie d'Ampère, me réservant de spécifier cette modification. On le voit, cette question a été traitée avec un grand soin et résumée par une loi générale très-simple, qui permet de calculer la tension en un point quelconque d'une barre quelconque. Je crois que, dans toutes

les questions de Physique, il est toujours nécessaire de commencer par ces solutions expérimentales avant d'aborder les questions théoriques qui doivent les expliquer.

» Aussitôt après la publication de ce Mémoire, M. Gaugain s'est empressé de traiter la même question par la méthode qui lui est propre, mais sans aucune mesure et sans citer aucun nombre. Il se contente de donner, en gros, quelques indications sur l'allure générale des lignes qu'il nomme *courbes de désaimantation*, dans le cas de deux bobines accouplées. Autant mes résultats sont précis, autant les siens demeurent vagues.

» C'est en s'appuyant sur ces données qu'il croit pouvoir proposer de mes expériences une explication générale et conclure qu'elles ne font que vérifier la théorie des solénoïdes. Pour avoir de la valeur, cette assertion devrait être appuyée sur des mesures et se démontrer par des concordances numériques qui font défaut; telle qu'elle est, elle ne nous apprend rien autre chose que ceci : que, dans le cas où les courants sont parallèles, ils développent entre les bobines des pôles de nom contraire qui se retranchent et des pôles de même nom qui s'ajoutent quand les courants sont contraires. Cette explication plus simple et évidente justifie, en gros, non-seulement la théorie des solénoïdes, mais aussi celle des deux fluides.

» Mais les choses sont plus compliquées qu'on ne le croit, et l'on s'en aperçoit aussitôt que, sortant des généralités, on se demande quelle direction prennent les courants particulaires du fer doux, sous l'influence de bobines courtes enveloppant une longue barre. C'est alors qu'apparaît la nécessité de modifier la théorie d'Ampère, comme je l'ai annoncé et comme je vais le montrer.



» Je suppose une barre plate de fer doux, projetée en MN et en M'N' sur deux plans, vertical et horizontal, et une bobine réduite, pour simplifier, à une seule spire projetée en CD et en AB. Elle agira non-seulement

sur les points de la barre placés à son intérieur, mais sur toutes les autres parties jusqu'en M et en N, pour orienter les courants particulaires du fer.

» On reconnaîtra d'abord que les parties du courant projetées en D agiront sur la face inférieure de la barre, mais non sur la face supérieure, attendu que les actions magnétiques ne se transmettent pas directement à travers le fer; de même, la portion du courant projetée en C agira sur la surface supérieure et à une très-petite distance au-dessous. Considérons exclusivement cette action.

» La loi d'Ampère veut que des courants particulaires fermés, placés en O, sous l'influence d'un courant fini C, se dirigent en OG dans le plan COG, allant en O dans le même sens que C, et en G dans une direction contraire, de sorte que sous le fil C les courants de la face supérieure soient verticaux et se rapprochent de l'horizontalité à mesure que ce point O s'éloignera. Il y aura donc une orientation de ces courants, mais une orientation différente de celle qui est généralement admise.

» Soit une seconde bobine EFKL, elle tendra à placer le courant particulaire O suivant LOH, et les deux effets se superposeront. Il y aura deux cas : quand les deux bobines sont parallèles, la résultante des actions placera le courant particulaire suivant la verticale OI au milieu O de la barre, et dans des directions peu différentes depuis le milieu O jusqu'aux deux bobines. Il en résultera des solénoïdes parallèles entre eux et à l'axe de la barre, avec une ligne moyenne en O. Ils constitueront un aimant, dont les pôles seront contraires, vers D et K, et la formule de leurs tensions sera la même que pour un aimant simple; l'expérience montre qu'il en est réellement ainsi.

» Mais si les courants des deux bobines sont opposés, ils tendent à diriger horizontalement le courant particulaire O qui se trouve posé à plat sur la face supérieure de la barre, chacune de ses deux moitiés étant attirée vers AB et vers CD dont les actions concourent. A mesure que le point O se rapproche de l'une des deux bobines, l'action de celle-ci prédomine, et le courant particulaire s'incline de plus en plus, jusqu'à se mettre vertical sous AB et EF.

» Ainsi il n'y a plus de solénoïdes; le milieu O n'est pas le point où l'action résultant des deux bobines est nulle, ni celui où se place un point conséquent, ni celui où les courants particulaires restés verticaux changent de signe; c'est le point où ces courants sont horizontaux, et d'où ils vont en s'inclinant de plus en plus jusqu'à être verticaux sous ces bobines. Cela

constitue une orientation régulière et conséquemment produit les effets magnétiques observés.

» Le caractère de cette orientation peut être mis en évidence par une expérience importante, qui consiste à envelopper le point O par une bobine d'induction en relation avec un galvanomètre. Quand on ouvre ou quand on ferme le circuit inducteur, un magnétisme énorme se développe ou disparaît en O; cependant il ne se produit aucune induction, parce que les courants particulaires, qui naissent ou cessent en O, sont perpendiculaires aux fils de la bobine induite.

» Le cas que je viens d'examiner n'est qu'un exemple particulier d'un phénomène général. On peut imaginer une masse de fer de forme quelconque, la soumettre à l'influence de bobines ou d'aimants quelconques, il en résultera pour chaque cas une orientation correspondante des courants particulaires, et qui pourra varier à l'infini. Il n'y a donc pas seulement lieu de considérer les solénoïdes d'Ampère, ce qui est un cas particulier; il faut encore étudier tous les assemblages possibles de courants fermés, c'est-à-dire étendre la théorie électrodynamique. A chaque mode d'orientation correspondront des propriétés magnétiques spéciales qui pourront varier à l'infini, et ainsi l'on expliquera : 1° les aimantations si diverses que peut recevoir une barre d'acier; 2° les déplacements de la tension que l'on produit par des frictions avec un fer doux; 3° les aimants longitudinaux et transversaux que j'ai récemment présentés à l'Académie; 4° les changements de polarité que j'ai attribués à la superposition de couches superficielles de nom contraire; 5° les magnétismes temporaire et permanent résultant le premier, d'une orientation sous l'influence d'actions extérieures, le second, d'une orientation différente due à la seule action réciproque des courants abandonnés à eux-mêmes; 6° on peut même en déduire une explication simple des singularités que M. Gaugain trouve dans les électro-aimants, explication que je lui laisse le soin de développer, plus rationnelle et plus facile que celle qu'il a lui-même proposée.

» J'éprouve un vif regret d'avoir été contraint de livrer à la publicité une idée générale qui n'est point encore suffisamment mûrie, mais que j'appuierai, chemin faisant, de preuves nombreuses. Je serais, je dois l'avouer, très-reconnaissant à M. Gaugain, s'il voulait bien, après la publication de mes Notes, ne pas tant se dépêcher de les commenter, de continuer mes recherches et d'en tirer des conséquences, surtout de ne pas se poser, comme il le fait aujourd'hui, en contradicteur des idées théoriques que j'annonce, avant même qu'elles ne soient publiées et connues de lui. »

THERMODYNAMIQUE. — *Démonstration directe de l'équation* $\int \frac{dQ}{T} = 0$, *pour tout cycle fermé et reversible* [suite et fin (1)]; par M. A. **Ledieu.**

« IV. *Relation fondamentale entre la quantité de chaleur appliquée à un corps, le changement de température et la variation de durée des vibrations atomiques.* — On peut cesser de considérer, dans l'équation (η), δx, δy, δz comme des variations et les regarder comme les différentielles des composantes du mouvement de changement de disposition intérieur du système.

» Proposons-nous alors d'intégrer les deux membres de ladite équation entre deux époques comprenant un nombre de vibrations assez grand pour qu'on puisse toujours regarder comme relativement inappréciable la fraction de vibration qu'il serait, au besoin, nécessaire d'ajouter à ce nombre, à l'effet de le rendre entier. Au préalable, appelons $d_1 x$, $d_1 y$, $d_1 z$ les différentielles du mouvement vibratoire de chaque atome sur la vibration instantanée qui correspond à l'instant considéré, et qui, du reste, sont évidemment égales à $dx - \delta x$, $dy - \delta y$, $dz - \delta z$.

» D'après leur mode d'action rappelé dans le renvoi de la page 32 des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier, les forces *moléculaires extérieures mesurables dynamométriquement* peuvent être regardées comme constantes en grandeur et en direction pendant la durée d'une vibration *déterminée*. Donc les intégrales de la forme $\int X_\theta d_1 x$, prises entre les deux époques susmentionnées, sont évidemment comprises entre la plus grande et la plus petite valeur de X_θ, multipliées respectivement par la différence entre les longueurs de la plus grande et de la plus petite des vibrations instantanées, évaluées suivant l'axe des x, décrites entre lesdites époques. Mais cette différence est toujours une quantité extrêmement petite, eu égard aux étendues si restreintes des vibrations elles-mêmes. Les intégrales en question peuvent donc, sans erreur sensible, être considérées *individuellement* comme nulles, et nous pouvons poser pour leur somme la relation

$$\int \Sigma (X_\theta d_1 x + Y_\theta d_1 y + Z_\theta d_1 z) = 0.$$

D'autre part, on a pareillement

$$\int \Sigma (X_\varphi d_1 x + Y_\varphi d_1 y + Z_\varphi d_1 z) = 0.$$

En effet, la somme sous le signe intégral représente les travaux *élémentaires*

(1) *Comptes rendus*, p. 221 de ce volume, 26 janvier 1874.

simultanés des actions moléculaires intérieures pendant que les atomes parcourent des vibrations relatives à une disposition intérieure *déterminée* du corps. Or, dans de pareilles conditions, l'énergie potentielle Φ demeure constante entre deux instants quelconques, ainsi que nous l'avons expressément rappelé au § I de notre Note des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier, et démontré à la page 415 des *Comptes rendus* du 11 août 1873. Donc lesdits travaux *élémentaires* s'annulent *collectivement* d'instant en instant, et l'intégrale de leur somme est bien nulle.

» Par ailleurs, cette même quantité Φ est toujours indépendante du mouvement d'ensemble.

» Dès lors, en désignant par x_1, y_1, z_1 les coordonnées, par rapport à trois axes fixes dans l'*espace*, de tout point du système regardé comme appartenant au solide fictif relatif à l'instant considéré, on aura

$$\int\Sigma(X_\varphi dx_1 + Y_\varphi dy_1 + Z_\varphi dz_1) = 0.$$

D'après ces considérations, en effectuant l'intégration susmentionnée sur l'équation (η), et en ajoutant et retranchant à la fois dans le premier membre de cette équation la quantité $\Sigma(X_\theta dx_1 + Y_\theta dy_1 + Z_\theta dz_1)$, il est manifeste qu'on tirera de ladite équation (η) la relation suivante :

$$(\eta')\quad \left\{\begin{aligned} &\Sigma\int[X_\theta(dx_1 + d_1 x + \delta x) + Y_\theta(dy_1 + d_1 y + \delta y) + Z_\theta(dz_1 + d_1 z + \delta z)]\\ &+\Sigma\int[X_\varphi(dx_1 + d_1 x + \delta x) + Y_\varphi(dy_1 + d_1 y + \delta y) + Z_\varphi(dz_1 + d_1 z + \delta z)]\\ &-\Sigma\int(X_\theta dx_1 + Y_\theta dy_1 + Z_\theta dz_1) = -\sum\frac{m}{2}(B_1^2 - B^2) - \sum m\int\frac{\delta\tau}{\tau}B^2. \end{aligned}\right.$$

» En se rappelant que θ représente la somme des travaux des actions moléculaires extérieures *mesurables dynamométriquement*, et en remplaçant par Φ la valeur complexe qui lui est égale, l'équation (η') devient

$$(\eta'')\quad \left\{\begin{aligned} &\theta - (\Phi_1 - \Phi) = -\sum\frac{m}{2}(B_1^2 - B^2) - \sum m\int\frac{\delta\tau}{\tau}B\\ &\qquad + \Sigma\int(X_\theta dx_1 + Y_\theta dy_1 + Z_\theta dz_1). \end{aligned}\right.$$

» En introduisant dans cette relation l'expression mécanique des températures absolues T, T_1 du corps, rappelée au § I de notre Note des *Comptes rendus* du 5 janvier, nous arriverons enfin à la relation

$$(13)\qquad \theta - (\Phi_1 - \Phi) = -\Sigma mgkE(T_1 - T) - 2\Sigma mgkE\int T\frac{\delta\tau}{\tau},$$

où g est l'accélération des graves, k la chaleur spécifique absolue du corps, E l'équivalent mécanique de la chaleur.

» Combinons cette relation (13) avec l'équation (9) de notre Note des *Comptes rendus* du 4 août 1873, après avoir encore introduit dans celle-ci les expressions mécaniques des températures absolues; nous obtiendrons l'équation fondamentale

$$(14)\quad \begin{cases} EQ = \sum \frac{m}{2}(A_1^2 - A^2) + 2\Sigma mgkE(T_1 - T) + 2\Sigma mgkE\int T\frac{\delta\tau}{\tau} \\ \qquad - \Sigma\int(X_\theta dx_1 + Y_\theta dy_1 + Z_\theta dz_1), \end{cases}$$

dans laquelle Q représente la quantité de chaleur positive ou négative appliquée au corps, A et A_1 les vitesses d'ensemble. Cette équation est expressément soumise, ne l'oublions pas, aux deux conditions mentionnées au commencement du § I de notre Note du 26 janvier.

» V. *Démonstration directe de l'équation* $\int \frac{dQ}{T} = 0$ *pour tout cycle fermé et reversible. Formes sous lesquelles se présentent, dans notre théorie, les conditions de reversibilité.* — Clausius, après avoir démontré le principe de Carnot en se basant sur le *postulatum* bien connu d'ordre exclusivement physique proposé par lui, et qui a soulevé au début tant de discussions, a déduit de ce principe, en 1854, l'équation

$$\int \frac{dQ}{T} = 0,$$

pour tout corps décrivant un cycle fermé et reversible *quelconque*, l'intégrale étant prise depuis le commencement jusqu'à la fin du cycle, et en convenant d'ailleurs de considérer comme positives les quantités de chaleur reçues par le corps, et comme négatives les quantités de chaleur abandonnées par lui.

» La relation générale (14) à laquelle nous venons de parvenir conduit très-aisément à une démonstration directe de l'équation importante en question, et dont le principe de Carnot se déduit alors comme un simple corollaire concernant un cycle fermé et reversible *particulier*.

» Il faut d'abord introduire dans cette relation les *conditions de reversibilité*.

» La première de ces conditions, on le sait, exige que l'équilibre de température s'établisse à chaque instant dans toute la masse du corps travailleur. Or notre relation a été expressément établie dans cette condition.

» La deuxième condition de reversibilité consiste en ce que la résistance extérieure qui agit constamment sur le corps diffère infiniment peu de la

pression *même* de ce corps (*). Or cela revient à supposer : 1° que cette pression est la même dans toute la masse du corps ; 2° que les forces extérieures *mesurables dynamométriquement*, lesquelles comprennent la réaction tant des parois fixes qui emprisonnent le corps travailleur que de la paroi mobile qu'il fait jouer, se font à chaque instant équilibre sur le solide fictif au corps.

» La sous-condition 1° exige évidemment que le changement de disposition intérieure du corps, et en particulier de volume, s'effectue avec des vitesses négligeables. Or notre relation a encore été établie dans cette hypothèse expresse.

» Enfin la sous-condition 2° nécessite que le corps supposé en repos d'ensemble au début du cycle y demeure sensiblement pendant tout le parcours, ce qui donne $\Sigma m \frac{(A_1^2 - A^2)}{2} = 0$; et de plus, d'après le principe des vitesses virtuelles, que la somme $\Sigma (X_0 dx_1 + Y_0 dy_1 + Z_0 dz_1)$ soit sans cesse nulle.

» Toutefois il importe de remarquer que cette dernière sous-condition est entièrement *spéculative*. En effet, tout corps qui décrit un cycle a évidemment son centre de gravité qui se déplace, et il éprouve en réalité un mouvement d'ensemble. Notons à ce sujet que la portion, ou mieux la couche du corps en contact avec la paroi mobile du vase qui le renferme a un mouvement total égal à celui de cette paroi. Ce mouvement total est la somme du mouvement d'*ensemble* de ladite couche et de son mouvement par rapport au centre de gravité du corps. Il en est de même pour la couche du corps en contact avec le fond du vase opposé à la paroi mobile. Seulement la somme des deux mouvements, qui est une *somme algébrique*, est ici nulle, ce qui explique que cette dernière couche ne bouge pas. Les autres couches comprises entre celle-ci et la première ont des mouvements

(*) Nous adoptons ici le langage employé d'habitude en Thermodynamique ; mais nous ne saurions trop faire remarquer qu'il y a toujours *égalité rigoureuse* entre la pression ou force expansive du corps travailleur, et la pression extérieure proprement dite, laquelle provient des réactions que les atomes de la paroi mobile mue par le corps exercent sur les atomes de celui-ci. La force expansive en question est employée à vaincre : 1° la résultante des réactions moléculaires que ladite paroi éprouve à son tour de la part des pièces qu'elle met en mouvement ; 2° l'inertie de cette paroi. Elle peut alors différer plus ou moins, et d'ailleurs notablement, d'avec la résultante dont il s'agit ; mais supposer, comme plusieurs auteurs le font, qu'elle peut avoir une différence même finie et déterminée avec la pression extérieure proprement dite, cela n'a aucun sens acceptable en Mécanique rationnelle.

de moins en moins restreints, à mesure qu'on les considère plus près de cette première couche. Ces considérations nous amènent à conclure que l'hypothèse de *reversibilité* ne saurait être que théorique; mais, eu égard aux vitesses relativement faibles que prend toujours, en pratique, le centre de gravité du corps travailleur, nous admettrons que l'hypothèse en question peut cadrer avec la réalité des faits.

» Ce qui précède étant bien compris, il est manifeste que, pour tout cycle reversible, notre relation fondamentale (14) se réduira à l'équation

$$(15)\qquad EQ = 2\Sigma mgkE(T - T_1) + 2\Sigma mgkE\int T\frac{\delta\tau}{\tau},$$

» Cette relation étant appliquée à deux points successifs et infiniment voisins du cycle donne évidemment, après en avoir divisé les deux membres par T et E,

$$\frac{dQ}{T} = 2\Sigma mgk\frac{dT}{T} + 2\Sigma mgk\frac{\delta\tau}{\tau}.$$

» Intégrons maintenant les deux membres de cette équation, entre deux instants donnés pour lesquels les valeurs de la température absolue du corps et de la durée des vibrations atomiques sont respectivement T, τ et T_1, τ_1, il viendra pour tout cycle *reversible*

$$\int\frac{dQ}{T} = 2\Sigma mk \text{ log. nép.}\left(\frac{T_1\tau_1}{T\tau}\right).$$

Si le cycle est *fermé*, il est évident que $T_1\tau_1 = T\tau$, et que par suite l'on a bien

$$\int\frac{dQ}{T} = 0. \qquad \text{C. Q. F. D. »}$$

M. **Dumas** met sous les yeux de l'Académie un tube dans lequel MM. *P.* et *Arn. Thenard* ont obtenu la condensation d'une quantité considérable d'acétylène, sous l'influence de l'effluve électrique. M. le Secrétaire perpétuel fait remarquer toute l'importance que présente la voie nouvelle, ouverte par ces recherches, au point de vue des relations qu'elles permettent d'entrevoir entre les réactions du laboratoire et les phénomènes qui s'effectuent dans les plantes.

« M. **Le Verrier** présente à l'Académie la suite des positions et de la description des nouvelles nébuleuses de l'hémisphère boréal, découvertes et observées à Marseille par M. Stéphan.

» Ainsi se complète successivement la recherche difficile des nébuleuses qui avaient échappé aux Herschel dans leur description attentive du ciel.

» Ce travail, qui ne put être entrepris qu'au retour de l'expédition que M. Stéphan conduisit avec tant de succès à la presqu'île de Malacca pour l'observation de l'éclipse totale du 18 août 1868, a marché depuis lors avec rapidité.

» Le soin de ces observations n'a point empêché M. Stéphan, grâce à son activité, de donner au nouvel Observatoire de Marseille un développement qui en fait aujourd'hui l'un des beaux établissements européens, le seul que la France compte après l'Observatoire de Paris.

» L'Académie sait combien de planètes et de comètes ont été découvertes ou retrouvées à l'Observatoire de Marseille par M. Stéphan et par ses élèves MM. Borrelly et Coggia, et quelle place distinguée cet établissement a pris dans des recherches auxquelles il était spécialement destiné.

» L'ensemble de ces travaux a placé, aux yeux des astronomes français et étrangers, l'éminent Directeur de l'Observatoire de Marseille au premier rang dans la science. »

M. A. de Caligny fait hommage à l'Académie d'un Mémoire de son trisaïeul *Hüe de Caligny* (*Jean-Antenor*), sur la Flandre maritime. Cet envoi est accompagné de la Lettre suivante :

« Ce Mémoire, qui a servi à l'instruction du duc de Bourgogne, et qui vient d'être publié par la Commission historique du département du Nord, avait été attribué, par erreur, à un intendant qui en avait fait faire une copie, sur la demande de l'auteur, et l'avait remise au duc de Bourgogne. Je joins à cette brochure un Mémoire rectificatif, qui vient d'être publié par la Commission historique du département du Nord. Dans cette seconde brochure, sont imprimées les pièces justificatives, et notamment les lettres du maréchal de Vauban et de Le Peletier de Souzy, directeur général des fortifications de France, sur lesquelles cette Commission s'appuie pour rétablir le nom du véritable auteur. On y a joint une lettre de mon trisaïeul de Caligny, sur la manière de former les ingénieurs, dans laquelle il proposait de faciliter aux candidats qui n'étaient pas gentilshommes l'admission aux examens de Mathématiques pour entrer dans le corps du Génie militaire. »

M. le Secrétaire perpétuel donne à l'Académie des nouvelles de M. Regnault. Ayant été dans la semaine lui rendre visite, à Auteuil, où il est actuellement installé, il a eu la satisfaction de trouver l'état de son excellent et illustre confrère notablement amélioré. M. Regnault, dont la secousse qu'il a éprouvée n'a pas émoussé la sensibilité, l'a chargé, en termes vivement accentués, de remercier l'Académie des témoignages

d'intérêt qu'elle lui a donnés au milieu de ses malheurs et de ses souffrances, et de lui dire qu'il en conserve une profonde gratitude.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. *Airy*, nommé Associé étranger.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Tisserand obtient . . . . 25 suffrages.
M. Stéphan . . . . 23 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Tisserand**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Sur le canal d'irrigation du Rhône.* Note de M. **A. Dumont.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans le courant de l'année dernière, j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie du canal d'irrigation du Rhône (1). On a continué, depuis lors, les études de cet important projet dans toutes ses parties. Le projet définitivement arrêté a été soumis dernièrement au Conseil général des Ponts et Chaussées, qui a décidé, après une discussion approfondie, qu'il devait être pris en considération et soumis aux enquêtes d'utilité publique dans les cinq départements: Isère, Drôme, Vaucluse, Gard, Hérault. La dérivation, dont j'avais primitivement fixé le volume, dans l'état ordinaire, à 45 mètres cubes par seconde, a été élevée, par le Conseil général des Ponts et Chaussées, à 60 mètres cubes. Le département de l'Hérault a demandé, par l'organe de ses représentants et de sa Société d'Agriculture, que le canal ne s'arrêtât pas à Montpellier, mais fût prolongé jusqu'à Béziers.

» Dans l'état actuel du projet, le canal dominera, sur tout son parcours, tant par son tracé principal que par ses dérivations, une surface totale de 200 000 hectares, sur lesquels son volume ordinaire permettra d'irriguer

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 150.

ou de submerger une surface de 80 000 hectares. Les deux tiers de cette dernière surface sont aujourd'hui plantés en riches vignobles, presque partout plus ou moins atteints par le Phylloxera. L'exécution du canal est le seul moyen pratique de sauver une partie importante de cette richesse nationale dont le produit annuel moyen dépasse actuellement 300 millions. Comme le canal doit coûter le tiers seulement de ce produit annuel, soit 100 millions, il en résulte une justification victorieuse pour l'exécution immédiate d'un tel travail. On ne peut pas estimer à moins de un demi-milliard la plus-value foncière qui serait ainsi créée.

» Cette exécution est demandée par toutes les populations intéressées, qui comprennent bien l'impuissance des insecticides successivement employés jusqu'ici contre le Phylloxera et qui ont sous les yeux la preuve que la submersion hivernale de la vigne est le moyen unique et simple de lutter contre ce fléau. Sans doute, ce moyen n'est pas applicable partout, mais ce n'est pas là une raison pour l'ajourner lorsqu'il est possible. Si, à l'aide de l'emploi intelligent des eaux du Rhône, on peut sauver, dans les départements considérés, une zone de 80 000 hectares de vignes, donnant un produit brut moyen d'au moins 1000 francs par an et par hectare, c'est toujours un revenu de 80 millions sauvé.

» Mais il y a une considération bien plus puissante encore : l'irrigation ou la submersion de 80 000 hectares aura pour conséquence immédiate de modifier sensiblement le climat de cette zone, ainsi que cela a été expérimenté après l'exécution des canaux de Marseille et de Suez. Cette diminution de la sécheresse du climat aura pour effet de réduire l'intensité du fléau même dans les vignobles qui ne pourront pas être inondés.

» S'imaginer qu'on arrivera, par des insecticides, à détruire complétement le Phylloxera, est une utopie qu'il est dangereux d'entretenir dans l'esprit des populations. Il est bien plus pratique et bien plus pressant de se hâter d'employer le moyen de la submersion partout où il peut être appliqué.

» Le Phylloxera est désormais un fléau avec lequel il faut s'habituer à vivre. Il existe en Amérique depuis plus d'un siècle, et il sera impossible de le supprimer complétement en Europe. Cette circonstance impose désormais une modification profonde dans la culture viticole, modification consistant à doter, autant que possible, chaque pays viticole d'un moyen artificiel d'irrigation ou de submersion. On peut même dire aujourd'hui que ce n'est qu'à cette condition que cette propriété peut acquérir la stabilité qui lui est nécessaire. Non-seulement la submersion peut garantir

les vignobles non encore attaqués, mais seule elle peut permettre de reconstituer les vignobles détruits.

» Il faudra environ quatre ans pour l'exécution complète du canal d'irrigation du Rhône, dont le développement, avec toutes ses dérivations, atteindra près de 1500 kilomètres. D'ici à quatre ans, une grande partie des vignobles du Gard et de l'Hérault aura probablement disparu; mais l'exécution seule du canal permettra de les replanter dans des conditions meilleures et définitives. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Des conditions dans lesquelles le plomb est attaqué par l'eau.* Note de M. **A. Bobierre.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« Dans une Note dont les *Comptes rendus* ont reproduit les conclusions (1), j'ai tenté de démontrer que l'altération du plomb par l'eau a surtout lieu lorsque, toutes choses égales d'ailleurs, le métal est *à la fois ou alternativement en contact avec le liquide et l'oxygène.*

» Cette proposition, que je développe chaque année dans mon Cours, depuis 1858, et dont j'ai constaté à cette époque l'exactitude sur une assez grande échelle, avait été déjà formulée, paraît-il, en 1857 par J. Smith, puis en 1864 par Pettenkofer. J'ai voulu la soumettre de nouveau à la vérification pratique, et voici les résultats auxquels m'ont conduit mes récentes expériences :

» Deux tuyaux de plomb furent mis en contact avec de l'eau distillée, dans laquelle j'introduisis une solution saturée de sulfate de chaux à la dose de 15 centimètres cubes par litre. L'un des tuyaux était complétement immergé; l'autre, disposé horizontalement, n'était plongé dans l'eau que jusqu'à la moitié de sa section. En même temps et comparativement, je disposais, dans un plat de porcelaine, un amas conique de plomb en petits fragments cristallins et j'ajoutais de l'eau séléniteuse jusqu'à moitié de la hauteur du métal. Au bout de huit jours, l'acide sulfhydrique fournissait une coloration brune appréciable dans l'eau mise en contact avec le plomb divisé, une très-faible nuance jaunâtre avec l'eau du tuyau en partie immergé, et des traces presque insensibles de sulfure avec le tuyau

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1272, 1er décembre 1873.

entièrement immergé. L'influence de l'oxygène était donc manifeste, et cependant la présence du sulfate de chaux avait limité l'altération au point de rendre la carbonatation presque insensible.

» La même expérience ayant été effectuée avec de l'eau récemment distillée, ne renfermant pas trace de calcaire, voici ce que je remarquai : pas d'altération très-marquée pour le tuyau complétement baigné par l'eau ; altération marquée lorsque le tuyau était à moitié dans l'air et à moitié dans l'eau; enfin altération intense pour le plomb divisé, mouillé et aéré. Le phénomène était tellement caractérisé, que l'eau était rendue laiteuse par le carbonate de plomb en suspension dans sa masse.

» Il résulte de ces expériences que le sulfate de chaux et, vraisemblablement, les sels calcaires en général préservent le plomb de l'action altérante de l'eau; mais qu'il y a lieu toutefois de ne pas regarder cette préservation comme absolue lorsque le métal est au contact de l'eau et de l'air atmosphérique; cela serait plus vrai encore si ce métal était très-divisé. Lorsque l'eau n'est pas calcaire, la proportionnalité des corrosions est la même pour les différents cas, mais l'intensité de l'action chimique peut devenir considérable.

» En réalité, le principe invoqué et discuté par les hygiénistes, au sujet de l'emploi des tuyaux de plomb, est subordonné à des questions de fait dont il importe de tenir compte. Ce qui est vrai pour un tuyau ne le serait pas pour un bac. Un tuyau agissant sous charge et constamment plein est moins attaquable qu'un tuyau amorcé à l'aide d'une pompe et dans lequel le liquide ne reste pas toujours suspendu.

» Enfin et en thèse générale, au lieu de dire que *le plomb* n'est pas attaqué par l'eau calcaire, il conviendrait, selon moi, de formuler plus exactement la proposition en la ramenant à ces termes : dans les tuyaux de plomb agissant sous charge, et, par suite, constamment pleins de liquide, l'eau potable n'altère pas sensiblement ce métal.

» Comme on le voit, la question se trouve ainsi ramenée au cas particulier *des tuyaux*, et encore des tuyaux *pleins d'eau*. Or c'est précisément sur ce cas que les hygiénistes doivent être fixés. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Remarques relatives à la Communication précédente de M.* Bobierre; par M. **Belgrand.**

« Je reconnais, comme M. Bobierre, que le plomb divisé en petites parties (la limaille de plomb par exemple) est facilement attaqué par l'eau lorsqu'il est exposé à l'air dans un état constant d'humidité : c'est un fait connu

depuis longtemps; il se forme ainsi une grande quantité de carbonate de plomb.

» Mais il n'en est plus ainsi lorsque le plomb forme de grandes surfaces, comme dans les réservoirs; ces surfaces, même lorsqu'elles sont alternativement exposées à l'action de l'air et à l'action de l'eau, *sont* très-peu attaquées, comme le prouve l'expérience qui se fait tous les jours dans les 500 000 maisons de Londres.

» La question est tellement grave que je demande à l'Académie la permission de lui faire connaître une lettre du docteur Lesheby, qui tous les mois fait officiellement l'analyse des eaux distribuées à Londres.

» Cette lettre ne m'est point adressée personnellement; elle répond à un questionnaire rédigé par moi. En voici la traduction faite sous mes yeux par M. Vialay, ingénieur, attaché à la Compagnie parisienne du *Gaz*.

« College Laboratory, hôpital de Londres, déc. 9, 1873.

» Cher Monsieur,

» J'ai reçu, ce matin, votre Lettre en date d'hier, et je m'empresse de vous donner les renseignements que vous me demandez sur le mode de distribution des eaux de Londres.

» 1° Les *conduites* qui distribuent l'eau provenant des réservoirs des différentes compagnies d'eau de Londres sont toutes *en fonte*.

» 2° Les *branchements* qui amènent l'eau de ces conduites aux réservoirs de l'intérieur des maisons *sont presque toujours en plomb;* exceptionnellement, dans des cas très-rares, ces branchements sont en fer comme ceux du gaz, mais c'est le petit nombre.

» 3° La *distribution de l'eau des réservoirs* des maisons aux différents étages se fait invariablement *au moyen de tuyaux de plomb*.

» 4° Les *réservoirs* des maisons sont, dans la plupart des cas, *en bois revêtu de plomb :* exceptionnellement on en rencontre en fer galvanisé, c'est-à-dire en fer doublé d'une mince couche de zinc. Exceptionnellement aussi on en fait en bois avec chemise en zinc. Il y a aussi quelques réservoirs en ardoise, et dans les quartiers pauvres le réceptacle est un muid ou une futaille de bois de chêne; mais dans quatre-vingt-dix-neuf cas sur cent, le réservoir est en plomb, c'est-à-dire en bois doublé de plomb.

» *Quant à l'action de l'eau sur le plomb,* je puis vous dire que cela a été ici l'objet des recherches les plus approfondies, et nous trouvons comme résultat constant des expériences que, *quand l'eau contient* 5 *et plus de sels de chaux* (principalement de carbonate et de sulfate) en 100 000 *parties d'eau, on peut, sans inconvénient, laisser séjourner l'eau dans des réservoirs en plomb et la distribuer au moyen de branchements en plomb.*

» Cependant, *si les sels contenus dans l'eau sont des chlorures et des nitrates, le plomb est attaqué et l'eau devient insalubre.* Pour ce qui concerne les eaux de Londres que j'analyse tous les mois, la proportion de matières salines varie de 25 à 40 pour 100 000 parties d'eau, et je n'entends jamais dire que le plomb ait été attaqué, ni que l'eau ait, le moins du monde, nui à la santé des habitants.

» Je ne connais pas la composition de l'eau de Paris, mais je suis porté à croire qu'elle

différe peu de l'eau de Londres, et pour plus simples renseignements je vous envoie la composition moyenne des eaux de Londres des trois provenances suivantes : 1° la Tamise à Hampton ; 2° la New River à Hertford ; 3° les sources calcaires de Kent Company.

	Pour 100 000 parties d'eau.		
	Tamise.	New River.	Sources calcaires.
Ammoniaque libre ou à l'état de sel	0,0014	0,0014	0,0000
Ammoniaque provenant des matières organiques	0,0043	0,0043	0,0029
Azote ou azotates	0,1757	0,2029	0,3100
Carbonate de chaux et de magnésie	16,83	17,97	23,59
Sulfate de chaux	5,97	3,44	10,10
Chlorure de sodium	2,60	2,39	3,67
Azotate de magnésie	1,04	1,20	1,83
Silice, alumine, peroxyde de fer	0,37	0,54	0,30
Matières organiques	0,50	0,37	0,13
Totaux	26,41	25,91	39,62
Degré de dureté (titre hydrotimétrique)	20°,4	20°,7	28°,6
» après 15 minutes d'ébullition	5,0	5,0	8,1

» Il sera peut être intéressant pour vous de connaître les chiffres d'alimentation journalière moyenne de Londres pour les diverses Compagnies d'eau, ainsi que le nombre de maisons alimentées par chacune d'elles.

Noms des Compagnies.	Nombre de maisons alimentées par chacune d'elles.	Nombre de gallons d'eau fournis par jour.	Provenances.
Grand junction C°	34 243	11 319 550	Tamise, à Hampton (57 860 026 gallons)
West Middlesen	44 565	9 019 458	
Southwork et Vauxhall	79 438	17 786 818	
Chelsea C°	28 270	8 201 700	
Lambeth C°	49 267	11 532 500	
New River C°	121 194	26 295 000	New River et sources.
East London C°	104 637	23 312 600	River Lee.
Kent C°	41 936	6 690 900	Sources calcaires.
Totaux	503 550	114 158 526	

» La population de Londres en 1873 étant évaluée à 3 356 073 habitants, cela fait une alimentation de 34 gallons impériaux, soit 154 litres par tête d'individu. Je pourrais ajouter aussi que l'alimentation à présent *est discontinue* (*elle est d'environ vingt minutes par jour*), mais que les Compagnies se préparent à une alimentation continue, par suite d'un acte récent du Parlement.

Votre dévoué,

Signé : H. Lesheby.

Gallon impérial : 2^{kg},543. »

» Ainsi, à Londres comme à Paris, *les conduites publiques sont en fonte, les branchements particuliers sont en plomb;* en outre, à Londres, chaque abonné reçoit l'eau dans un *réservoir doublé de plomb*, ce qui n'a pas lieu à Paris.

» A Paris, le volume d'eau distribué par jour et par habitant est à très-peu près le même qu'à Londres; mais la moitié environ de ce volume est répandue sur la voie publique, tandis qu'à Londres il est affecté presque entièrement au service privé. A Paris, le nombre des maisons est de 70000 seulement, et, ainsi que je l'ai dit dans une précédente Communication, un peu plus de la moitié de ces maisons reçoit les eaux publiques; à Londres, le nombre des maisons est de 503550, et toutes reçoivent les eaux des Compagnies. Le développement des branchements en plomb est donc incomparablement plus grand à Londres qu'à Paris; de plus, 500000 réservoirs, *se remplissant en vingt minutes, se vident nécessairement pendant le reste de la journée*, et néanmoins jamais la présence du plomb n'a été constatée dans les eaux publiques de cette ville.

» On remarquera que ce résultat n'est nullement en contradiction avec ceux que M. Bobierre a signalés : ce chimiste laisse le plomb exposé à l'action de l'eau pendant huit jours; dans les réservoirs garnis de plomb, de Londres, le niveau de l'eau varie continuellement. »

« M. **Balard**, à la suite de la Communication de M. Bobierre, reproduit ce qu'il avait dit déjà dans une précédente séance, mais qu'il n'avait pas inséré aux *Comptes rendus*. Selon lui, l'altérabilité du plomb par l'eau distillée peut être empêchée par la présence dans cette eau de quantités très-petites de matières salines; mais toutes ne jouent pas le même rôle. Des expériences très-anciennes, et qu'il cherche en ce moment à répéter et à étendre, lui ont montré que l'action de l'eau distillée sur le plomb est nulle quand cette eau contient du sulfate ou du bicarbonate de chaux, du phosphate, borate, carbonate ou bicarbonate de soude, tandis que la présence de quantités sensiblement équivalentes de nitrate de potasse, de chlorure de calcium et de baryum, d'acétate et de formiate de soude n'empêche pas l'action. Si l'on s'en tenait à ces faits, on pourrait dire que les sels qui préviennent l'altération du plomb sont ceux dont les acides formeraient avec l'oxyde de ce métal des composés insolubles; mais cette conclusion serait peut-être hasardée, et il vaut mieux attendre que les expériences soient devenues plus nombreuses avant de les résumer en une proposition aussi générale. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Action des eaux économiques ordinaires et distillées, ainsi que de l'eau de mer distillée, sur le plomb et les réfrigérants en étain des divers appareils distillatoires.* Note de M. L. BESNOU, présentée par M. Le Verrier.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« *Résumé.* — Il résulte des expériences et des faits observés, que :

» 1° Les eaux de pluie et distillée attaquent le plomb, récemment coupé ou gratté, avec une grande promptitude. Il se dépose un précipité blanc, semi-cristallin, nacré, alcalin aux papiers réactifs colorés, papier de tournesol rougi, papiers jaunes de curcuma ou de rhubarbe, etc. L'eau qui provient de la filtration est également alcaline, quoique à un moindre degré. Elle ne donne plus d'indices de plomb par le courant d'acide sulfhydrique. La simple filtration au papier joseph suffit donc pour enlever la totalité du dépôt et le retenir.

» 2° L'eau en vapeur qui provient de la distillation des eaux douces ou des eaux salées de la mer attaque, en se condensant, les réfrigérants en étain allié au plomb. L'eau de mer qui est notablement ammoniacale donne, le premier jour de la mise en marche de l'appareil distillatoire des bâtiments, une plus grande quantité de plomb que les jours suivants, après une marche continue. Dans des expériences *ad hoc*, la quantité de plomb s'est élevée à 31 milligrammes par litre le premier jour et a descendu à 26 le troisième jour. Depuis que l'étamage a été fait à l'étain fin, cette eau ne se trouble plus sous l'influence d'un courant d'acide sulfhydrique.

» 3° Dans la distillation ordinaire des eaux douces dans les alambics des pharmacies, il se produit la même réaction, mais la proportion de plomb y est moins élevée. Aussi les eaux de fleurs d'oranger du commerce et souvent les eaux-de-vie contiennent-elles des traces de plomb.

» 4° L'action singulière des eaux distillées sur le plomb, ainsi que celles de pluie, n'est pas connue de vieille date. On en attribue la découverte à Guiton Morveau ; les auteurs contemporains n'en parlent pas. J'ai vu pour la première fois cette expérience en 1830, dans le cours de M. Chatelain, premier pharmacien en chef de la marine à Brest.

» 5° L'action de l'eau en vapeur sur les réfrigérants des alambics du commerce nous est connue depuis plus de trente ans, à tel point que, dans les recherches médico-légales, on n'employait dans le laboratoire de Chimie de la marine à Brest que de l'eau distillée à la cornue de verre.

» 6° Les eaux douces ne sont pas sans influence absolument sur le plomb; une proportion, très-minime il est vrai, s'y dissout après un contact prolongé, mais sans que leur transparence soit troublée. La proportion en est inappréciable à la balance, même en agissant sur 1 litre d'eau.

» 7° Tous les sels des eaux économiques me semblent concourir pour enrayer l'oxydation du plomb; chacun isolément agit comme protecteur, de sorte qu'il me paraît difficile de décider lequel est le véritable ou le plus énergique protecteur. Cependant les carbonates alcalins, le sulfate de chaux me paraissent plus actifs que les chlorures correspondants.

» 8° L'acide sulfurique agit comme les sels ci-dessus, il enraye également l'oxydation.

» 9° Les alcalis caustiques ne jouissent pas de la même propriété. La potasse caustique et l'ammoniaque, même à très-faible dose, donnent d'abord lieu à un très-léger nuage d'hydroxyde; puis, par suite de leur passage à l'état de carbonate, la réaction s'arrête et le nuage n'augmente plus. L'eau de chaux saturée agit, au contraire, avec énergie, et, quoique l'eau ait conservé sa transparence, l'hydrogène sulfuré y produit un abondant précipité de sulfure de plomb. Il serait donc peu prudent de réunir des tuyaux de plomb avec du ciment.

» 10° En passant par le conduit de plomb de la chaudière alimentaire de l'appareil distillatoire du bâtiment, l'eau de mer reçue dans la chaudière ne m'a donné aucune trace de plomb; elle n'a donc en rien réagi sur le conduit pendant son parcours.

» 11° A plus forte raison le passage des eaux économiques dans les conduits d'eau des villes, où il est continuel et assez rapide, ne peut donner lieu à la dissolution notable du plomb. Il ne pourrait s'y trouver qu'accidentellement de ce métal, soit par exemple, s'il y avait un coude mal fait ou une sorte de petite chambre où cette eau se trouverait séjourner en même temps que de l'air confiné et renouvelé.

» 12° L'altération du plomb à l'air libre et à la pluie ne donne pas lieu seulement, comme le dit Fourcroy, à la formation d'un carbonate; il se forme une combinaison qui donne lieu à une manifestation très-nette d'ammoniaque, quand on soumet ce dépôt à l'action de la chaleur dans un tube fermé, armé de papiers réactifs colorés.

» 13° Pour expliquer la singulière réaction des eaux distillées ou de pluie sur le plomb, il me semble nécessaire de recourir à une influence électro-chimique qui, par suite du contact de l'azote, de l'air et de l'eau,

agirait sur le plomb et formerait de l'ammoniaque; ce que l'alcalinité du précipité d'hydrate de plomb et du liquide dans lequel il s'est formé semble démontrer. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles.* (*Classes des Crassulinées et des Saxifraginées*); par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« J'ai montré que les Cactées et les Mésembryanthémées forment une classe naturelle des mieux indiquées par leur androcée présentant une inversion absolue autant que rare entre l'ordre de naissance et l'ordre des développements consécutifs à celle-ci. De notables différences séparent en particulier les Cactoïdes des Crassulinées, classe dans laquelle sont aujourd'hui rapprochées, à côté des Crassulacées, les Élatinées et les Datiscées, qu'on va trouver être sur plus d'un point dissidentes.

» I. Les Crassulacées sont essentiellement des plantes diplostémones du type obdiplostémone, savoir à verticille oppositisépale plus interne que le verticille opposé aux pétales.

» M. Payer n'a point élevé la question de savoir quelle est la position relative des deux verticilles de l'androcée, qu'il figure sur un seul cercle. J'ai cependant vu très-nettement les étamines premières-nées et opposées aux sépales disposées sur un cercle inscrit au dedans de celui passant par les étamines pétalaires chez les *Bryophyllum*, *Echeveria*, *Sedum*, *Sempervivum*, *Bulliarda*, *Crassula*, *Curtogyne* et *Rochea*; seulement les étamines pétalaires de ces quatre derniers genres, fort retardées dans leur formation, dégénèrent en staminodes. Ces derniers n'ont d'ailleurs aucun rapport avec les appendices glanduleux qui s'élèvent du réceptacle, en dehors des étamines sépalaires du *Sedum*, juxtaposés aux carpelles chez les *Sempervivum* et *Bryophyllum*, alternes aux trois étamines du *Francoa*.

» Le *Dasystemon* diffère du *Crassula* en ce qu'il ne présente à aucune époque de traces du verticille staminal opposé aux pétales : nouvel exemple de plantes devenues isostémones par l'avortement du verticille dernier-né de types diplostémones.

» L'androcée des Crassulacées se produit donc dans l'ordre centrifuge, comme celui des Cactoïdes, mais il est diplostémone, non polystémone; de plus, des développements ultérieurs se continuent parallèlement à la naissance, de telle sorte que les étamines premières-nées sont aussi premières

mûres et ordinairement les plus longues, tandis que chez les Cactoïdes ces étamines premières-nées ne tardent pas à être dépassées par leurs cadettes qui remontent, dans leurs développements consécutifs à la naissance, le courant suivant lequel s'était effectuée celle-ci.

» Il faut noter, comme achevant le caractère du type symétrique des Crassulacées, que les pistils, en même nombre que les parties des autres verticilles, sont opposés aux pétales.

» II. Les Élatinées, souvent rapprochées des Caryophyllées dont elles s'éloignent grandement par leur embryon non recourbé et le manque d'albumen, n'ont qu'une ressemblance apparente de type floral avec les Crassulacées, dont elles diffèrent autant que les Limnanthées diffèrent des Géraniacées.

» La fleur des Élatinées, le plus souvent trimère, parfois tétramère ou pentamère, est essentiellement diplostémone. Les deux verticilles de l'androcée naissent successivement, chacun en une fois, du dehors en dedans, les étamines opposées aux sépales les premières, le verticille staminal oppositipétale ensuite. Comme dans les Crassulacées, les étamines sépalaires apparaissent les premières; mais, à l'inverse de ce qui existe dans ces plantes, elles constituent le verticille le plus extérieur.

» La position des carpelles n'est pas moins différente dans les Élatinées et les Crassulacées que celle des étamines : dans celles-ci, les carpelles sont opposés aux pétales, suivant la loi énoncée par de Candolle; dans les Élatinées, les carpelles sont attribut d'un petit nombre de Dicotylédones (Limnanthées, Polygonées, etc.), opposés aux sépales.

» J'ai vu quelquefois l'*Elatine Alsinastrum* manquer des étamines dernières-nées ou opposées aux pétales, avortement qui rappelle celui qui atteint les étamines du verticille dernier né dans le type, chez le *Spergula pentandra*, le *Juncus pygmæus* et accidentellement aussi dans le *Juncus supinus*.

» Le *Bergia* et le *Merimœa* (dont je n'ai pu étudier que des boutons d'herbier) ont, comme l'*Elatine*, le verticille le plus extérieur des étamines placé devant les sépales : il en est de même des carpelles.

» La situation alternipétale du verticille externe de l'androcée, l'évolution centripète de celui-ci, la position oppositisépale des carpelles, en un mot le type floral même de la fleur des Élatinées est donc très-différent de celui des Crassulacées, plantes à étamines sépalaires les plus internes, à évolution de l'androcée centrifuge et à carpelles superposés aux pétales.

» III. Les Datiscées, plantes qui ont beaucoup embarrassé les bota-

nistes, et que L. de Jussieu, l'un des plus sages, laissait parmi celles d'*incertæ sedis*, ont-elles trouvé une place définitive dans les Crassulinées?

» Les étamines du *Datisca cannabina*, au nombre de six (ou plus), se présentent superposées aux divisions du périanthe; trois, un peu plus externes, naissent les premières; apparaissent ensuite, mais à un intervalle si rapproché que, le plus ordinairement, ou l'on n'en voit aucune, ou l'on distingue à la fois les six mamelons qui semblent avoir apparu simultanément. Les trois étamines placées devant les sépales se montrent longtemps les plus extérieures dans la préfloraison. Parfois, au lieu de six étamines seulement, en apparaissent une ou plusieurs autres; celles-ci continuent de se produire dans l'ordre centripète.

» Les fleurs femelles ne présentent aucune trace d'étamines; leur pistil naît par trois points opposés aux sépales.

» Le type floral du *Datisca* serait donc: trois sépales nés successivement; trois pétales, qui apparaissent en une fois et bientôt avortent dans les fleurs femelles; six étamines sur deux rangs, le rang externe étant opposé aux sépales; trois éléments pistillaires opposés aux sépales.

» C'est le type symétrique des Élatinées et des Polygonées, parfois avec des étamines supplémentaires.

» Le *Tricerastes* et le *Tetrameles*, rapprochés du *Datisca* par quelques botanistes, sont réduits à un verticille d'étamines, alterne aux sépales dans le premier, opposé à ceux-ci dans le second. Le *Tetrameles* rentre seul dans le type floral du *Datisca*.

» IV. Les Élatinées et les Datiscées diffèrent donc ensemble des Crassulacées par leur androcée à évolution centripète, par le verticille staminal le plus externe opposé aux sépales, par leurs éléments pistillaires alternes aux pétales.

» Les Datiscées, déjà dissidentes par leurs placentas pariétaux, l'ovaire infère et les graines pourvues d'albumen, paraissent devoir être retirées de la classe des Crassulinées.

» Quant aux Élatinées, plus semblables aux Crassulacées par leur graine et par les pistils supères, quoique soudés, ce qui est d'ailleurs le cas du *Diamorpha* parmi celles-ci, elles s'en écartent par la symétrie florale qui les rapprocherait des Polygonées, si elles ne différaient à leur tour de celles-ci par la facture du fruit, de la graine et surtout de l'ovule. Seraient-elles mieux avec les Saxifraginées. Aux différences dans le type symétrique s'ajoutent ici l'ovaire dicarpé et l'albumen.

» Au résumé, les Élatinées tiennent aux Polygonées par le type floral et

s'en éloignent par l'ovule, la graine, le fruit, aux Crassulacées par l'ovule, la graine et le fruit. Si l'on accorde la prééminence au type symétrique, on les rapprochera des Polygonées; dans le cas contraire, elles pourront rester parmi les Crassulacées comme sous-classe.

» Je ne dis rien des Caryophyllées, parmi lesquelles les Elatinées étaient rangées par L. de Jussieu et de Candolle, leurs ovules et l'embryon s'ajoutant au type floral pour séparer trop profondément ces deux familles pour qu'il soit possible de les rapprocher dans une classe commune.

» V. La classe des Saxifraginées comprend, avec les Saxifragées et les Francoacées comme type, les Philadelphées et les Ribésiées, sur lesquelles l'androgénie jette un jour nouveau, justifiant leur association à la classe.

» La plupart des Saxifragées (*Callicoma, Cunonia, Mitella, Saxifraga, Tellima, Tiarella*) sont diplostémones et forment leur androcée suivant le même mode que les Crassulacées et les Caryophyllées, savoir, d'abord le verticille interne et opposé aux sépales, ensuite le verticille externe qui se place au-devant des pétales, mais toujours à bonne distance de ceux-ci, dont on ne peut admettre qu'ils soient le dédoublement.

» L'ordre d'apparition des deux verticilles est des plus nets, séparés que sont ceux-ci par un intervalle toujours saisissable; il n'en est pas de même de l'ordre de position respective de ces verticilles, lequel avait échappé, ainsi que chez les Crassulacées, à M. Payer. Le *Cunonia* et plusieurs *Saxifraga* montrent cependant clairement, dès le moment de l'apparition des étamines, la vraie place de celles-ci, laquelle reste évidente dans tout le cours de la préfloraison.

» Les Saxifragées isostémones sont assez nombreuses. Or c'est vainement que j'ai cherché, au premier âge, les rudiments du verticille qui devrait se produire devant les pétales chez l'*Escalonia*, l'*Itea*, l'*Heuchera* et le *Mitellopsis*. L'avortement du verticille oppositipétale est donc congénital dans ces plantes, comme il l'est dans le *Dasystemon* parmi les Crassulacées, dans plusieurs *Sagina* et *Spergula* parmi les Caryophyllées, etc.

» Les Saxifragées, type de la classe des Saxifraginées, appartiennent donc, par leur androgénie et l'ensemble de la symétrie florale, au même type général que les Crassulacées et les Caryophyllées, familles avec lesquelles des affinités intimes sont dès longtemps reconnues. Mais les Francoacées sont-elles plutôt des Saxifraginées que des Éricoïdes? Les Philadelphées doivent-elles retourner aux Myrtoïdées? Les Ribésiées sont-elles des Saxifraginées isostémones? L'androgénie dit oui sur la première et la troisième question, non sur la seconde. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les solfatares latérales des volcans du Chili et sur quelques nouveaux minéraux;* Mémoires de M. **I. Domeyko**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie deux nouveaux Mémoires dont voici l'analyse succincte :

» Dans le premier Mémoire, je me suis proposé de résumer mes observations sur les solfatares *latérales* des volcans du Chili; je signalerai, en particulier, les points suivants :

» 1° J'essaye d'abord de donner une idée, bien incomplète je l'avoue, des roches trachytiques de la partie méridionale des Andes du Chili, où se trouvent les volcans et les solfatares. Les analyses de ces roches m'ont montré qu'elles sont toutes sodiques et ne renferment que de très-petites proportions de potasse. Les eaux minérales de ces Cordillères sont également sodiques et ne contiennent que des traces de sels potassiques.

» 2° Je distingue deux classes de solfatares *latérales* : les unes s'ouvrent par des crevasses allongées, produisent d'énormes monceaux de rochers brisés qui donnent naissance à des conglomérats trachytiques; elles dégagent avec violence des jets de gaz et de vapeurs d'eau, qui ne durent qu'un temps limité, ne laissant presque pas de dépôts de soufre. Les solfatares de la seconde classe sont permanentes : leurs dégagements de gaz et de vapeurs sont lents et continus; elles paraissent s'être formées sur des gonflements de la croûte et produisent de grandes quantités de soufre sublimé.

» 3° Je donne une monographie de la solfatare de Cerro Arut, que j'ai eu l'occasion d'observer dans mes trois voyages (en 1848, 1857 et 1873), depuis sa naissance jusqu'à sa complète extinction. Je m'arrête à la description du massif auquel appartient cette solfatare, et qui unit le Descabezado Grande au Descabezado Chico, et je signale d'autres solfatares éteintes qui se groupent autour du même massif.

» 4° J'ajoute la description de deux grandes solfatares de la seconde classe, appartenant aux cônes volcaniques de Chillan et de Finguivivica, éloignés à plus de 50 lieues l'un de l'autre.

» Dans mon second Mémoire, j'essaye de décrire des minéraux que j'envoie pour l'École des Mines, et j'en donne l'analyse. Parmi ces minéraux, je signalerai en particulier :

» 1° *Un sous-arséniure d'argent, de cuivre et de bismuth*, de San Antonio, espèce nouvelle;

» 2° Un chlorure d'argent mercuriel qui diffère singulièrement, par ses caractères extérieurs, de toutes les variétés d'argent corné que je connaisse jusqu'à présent.

» 3° Un minéral d'*argent noir*, remarquable par l'association de l'iodure, du chlorure et du sulfure d'argent, accompagnés de quelques traces de galène et de carbonate de plomb, qui les englobe.

» 4° Un sulfure d'argent mercuriel qui présente l'éclat et les clivages parfaits de la *sélénite*, dont il renferme près des deux tiers de son poids.

» 5° Un minéral d'argent sulfuré, antimonié, *bleu*, remarquable par l'union du chlorure, du sulfure antimonié et de l'acide antimonique hydraté, qui entrent dans sa composition... »

PHYSIOLOGIE. — *Historique de la question du glissement de l'oiseau dans l'air;* Note de M. **Alph. Pénaud.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Tresca, Resal.)

« M. Marey a présenté récemment à l'Académie une Note sur la *Physiologie du vol des oiseaux* (1), dans laquelle il annonce qu'il vient de travailler dans une direction nouvelle, et que ses recherches lui semblent éclairer le point le plus obscur de la théorie du vol. M. Planavergne (2) vient de réclamer la priorité de la théorie émise par M. Marey, et celui-ci a reconnu la justesse de cette réclamation. Je crois que les considérations développées par M. Marey, relativement à l'influence de la translation de l'oiseau sur sa suspension, datent déjà de loin, et que leur importance a été comprise même avant le travail de M. Planavergne. Je vais chercher à résumer, le plus brièvement possible, l'historique de la question du glissement de l'oiseau dans l'air.

» Huber, en 1784, et Dubochet, en 1834, indiquent déjà que le vol est, avant tout, un glissement; ils remarquent que l'oiseau s'envole tête au vent. M. de Lucy, dans un article dont M. Marey a cité plusieurs passages, appuie fortement sur ces faits et sur l'action spéciale du battement. M. d'Esterno, dans son ouvrage sur le *Vol des Oiseaux*, note avec soin qu'au départ les battements sont rapides et étendus, et que l'oiseau cherche avant

(1) *Comptes rendus*, p. 117 de ce volume, 12 janvier 1874.
(2) *Comptes rendus*, p. 262 de ce volume, 26 janvier 1874.

tout à gagner de la vitesse. M. Hauvel a aussi traité plusieurs fois de l'influence de la translation sur le soutien de l'oiseau, et M. de Louvrié n'a cessé d'insister sur cette théorie, à l'ancienne Société d'Aviation et dans plusieurs articles parus dans l'*Aéronaute*, en 1868, et dans *les Mondes*. Il a mis en évidence les résultats très-précis obtenus par Thibault sur le mouvement oblique des surfaces minces dans l'air, et montré la considérable résistance qu'elles éprouvent dans ce cas. Il cite aussi les chiffres et les considérations de Poncelet, Morin, Didion, Duchemin sur le mouvement accéléré, l'influence du mouvement circulaire et la résistance de mise en marche. Il fait voir, en les appliquant dans ses calculs, comment l'oiseau peut se soutenir avec des battements peu nombreux et un travail restreint, et combien est grande l'erreur de ceux qui ont voulu étudier le vol à l'aide de la résistance qu'un plan éprouve en se mouvant normalement dans l'air, d'une marche rectiligne et continue, erreur qui date de Lalande et subsiste encore malheureusement dans quelques esprits, après avoir passé par Navier, André, Landur, P. Thomas, etc.

» En Angleterre, ces considérations n'ont pas été développées d'une façon moins complète. Le duc d'Argyll, MM. Artingstall, Bourne, etc., les ont indiquées, sir G. Cayley dès 1809 et M. Wenham ont été les champions de la théorie du glissement. Celui-ci a exposé ses vues en 1866 (*Report of the aeronautical Society*) dans un article des plus remarquables, qui a du reste rallié l'opinion de la plus grande partie de la Société anglaise. Il dit de la façon la plus nette que, dans le vol sur place, le volateur agit toujours sur la même colonne d'air, tandis qu'en plein vol, il rencontre à chaque instant de nouvelles couches (*new and indisturbed strata*), s'appuyant ainsi, dans un temps donné, sur une masse d'air bien plus considérable, capable de lui donner un point d'appui solide. M. Wenham est revenu sur ces faits à plusieurs reprises, et entre autres dans la séance du 17 avril 1867.

« The principle of the flight may be reduced to a differential action between two weights opposing each other. The bird when stationary or moving very slowly, must speedily fall upon the small weight of air acted upon, and yielding beneath it during a brief time, unless great exertion be employed in counteracting the descent. In the other extreme, during rapid forward speed, though the weight of the bird is no way diminished, yet the relative weight of air upon which the body is upheld by the wings is enormous by increased in the same time. »

» Ce sont bien là les conclusions de M. Marey. M. Wenham a montré aussi qu'une hélice à pas très-court, n'ayant que deux branches très-étroites, agit presque comme la surface entière du cercle qu'elle parcourt, et il décrit les expériences à l'aide desquelles il a vérifié ses vues.

» Enfin je n'ai pas discontinué non plus, à la *Société de Navigation aérienne*, d'appuyer sur l'avantage qu'il y a à attaquer l'air obliquement, avantage que j'ai développé d'une façon toute spéciale dans un article intitulé : *Lois du glissement dans l'air*, article publié dans l'*Aéronaute*, en janvier 1873, et dans lequel j'ai eu occasion déjà de rendre justice à mes prédécesseurs. J'ai dit :

« Un grand nombre de phénomènes journaliers montrent la résistance considérable éprouvée par les surfaces minces dans le mouvement oblique : tels sont la marche des navires à voiles au plus près, le travail des moulins à vent, la poussée des hélices et des godilles, l'effort des gouvernails, etc. Dans tous ces cas, l'effet est beaucoup plus grand que ne l'indique la théorie ordinaire... Pour ce qui regarde le vol, il est reconnu aujourd'hui que l'oiseau dépense beaucoup plus de force dans le vol sur place que dans le vol avançant, pendant lequel il attaque l'air sous un très-petit angle, comme on peut s'en assurer en regardant un oiseau qui vient à soi, car on ne voit alors à très-peu près que la tranche de ses ailes : ce fait est la clef de l'aviation. »

» J'ai cherché ensuite à préciser les faits à l'aide de l'analyse mathématique, et à leur assigner une valeur numérique en prenant pour base de mes calculs un très-petit nombre de lois générales, en accord avec les expériences, trop négligées, de nos physiciens, qui cadrent d'ailleurs avec ce que nous apprend l'observation journalière. Je suis arrivé ainsi à établir les principales relations en vertu desquelles les différentes proportions du volateur (animal ou machine) concourent à la facilité du vol, et j'ai formulé entre autres le théorème suivant :

« Un oiseau animé d'un mouvement uniforme franchit, en planant, un espace donné, avec la moindre chute possible, quand le travail de suspension est sensiblement égal au travail de translation. Le plan des ailes divise alors en deux parties égales l'angle formé par l'horizon et la direction du mouvement, et cet angle est lui-même aussi petit que possible. »

» Ce travail minimum dépensé par le planement de l'oiseau en une seconde est

$$T = 2P\sqrt{\frac{P}{cS}}\sqrt[4]{\frac{c'S'}{cS}},$$

P étant le poids du volateur, S la surface de ses ailes et de sa queue, S' son maître couple, c et c' des coefficients numériques expérimentaux. Appliquant mes formules au corbeau, dont j'avais les dimensions exactes, et sur le planement duquel j'ai eu occasion de faire des observations précises, j'ai pu déterminer pour cet oiseau les valeurs de T, de c et de c'; et je conclus :

« Quand bien même on ne voudrait pas reconnaître, pour les petits angles, la loi du

sinus de l'angle d'incidence, on est bien forcé de renoncer à celle du carré du sinus, puisqu'elle donne, d'après les Tables connues, une chute de $4^m,7$ par seconde au corbeau, même en ne tenant pas compte du travail absorbé par la translation, tandis que, malgré celle-ci, l'observation directe nous montre que cette chute n'est que de $1^m,35$. L'avantage de l'oblique est manifeste. »

» M. Fronde a fait depuis des calculs analogues sur le glissement dans l'eau.

» Les expériences de M. Marey n'en restent pas moins très-ingénieuses; on ne peut qu'être très-heureux de le voir, avec sa sagacité et les ressources dont il dispose, entrer dans cette voie si féconde. »

M. J. **Bertrand** annonce à l'Académie qu'il a reçu, il y a quelques jours, un Mémoire de M. *E. Bertin* sur cette même question du vol des oiseaux. Ce Mémoire, au sujet duquel il a désiré présenter à l'auteur quelques observations, est entre ses mains; il compte le présenter à l'Académie dans la prochaine séance.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Trépidations du sol à Nice.* (Extrait d'une Lettre de M. **Prost** à M. Élie de Beaumont.)

« Nice, le 26 janvier 1874.

» Une indisposition qui touche à sa fin a interrompu le registre de mes observations sur les trépidations du sol que, suivant vos recommandations, j'ai tâché de tenir à peu près exactement. J'étais bien en retard pour mon relevé qui part de 1870 et qui renferme quelques rapprochements curieux; ainsi il m'est arrivé, plus souvent qu'autrefois, d'assister à l'origine et à la fin du mouvement. J'ai regretté que la maladie ait interrompu mes observations à partir du 4 décembre. En effet j'avais remarqué dans les mois précédents une sorte de diminution dans les phénomènes; il ne me semble pas avoir vu aussi fréquemment des périodes de huit jours de calme: il sera intéressant de constater si ce calme apparent est seulement passager.

» Nous avons eu cette année (celle qui vient de finir) et nous avons encore une température tout à fait anormale. Depuis trente ans j'avais vu cinq étés à Nice, l'été dernier a été le sixième; mais jamais je n'avais vu une sécheresse aussi persistante; cinq mois sans une goutte d'eau; une chaleur intense et pas un orage!... Maintenant encore je vois ce que je n'avais jamais vu : un mois de décembre et un mois de janvier sans un nuage, sans une ondée. (Je me trompe, le temps splendide qui dure encore a été inter-

rompu par une journée de pluie.) Le fond de l'air est assez frais, mais au soleil il fait chaud; c'est d'autant plus remarquable qu'il fait froid dans tout le nord de l'Italie. On patine à Turin, et à Pise on ramasse la neige par tombereaux pour en remplir les glacières.

SUITE DU JOURNAL DES TRÉPIDATIONS DU SOL A NICE (voir *Comptes rendus*, 1870, t. LXX, p. 461).

(0 signifie calme complet, *tf* très-faible, *f* faible, F forte, TF très-forte; cristaux indique une intensité assez forte pour se communiquer aux cristaux des lustres.)

1870. Retour à Nice le 12 octobre, 0; — 13, 0; — 14, 0; — 15, TF; — 16, TF; — 17, TF; — 18, F; — 19, *f*; — 20, *f*; — 21, F; — 22, 0; — 23, 0; — 24, F; — 25, F; — 26, F; — 27, 0; — 28, 0; — 29, *f*; — 30, F; — 31, F.

Novembre. — 1er, F; — 2, F; — 3, TF; — 4, TF; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, 0; — 8, F; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, TF; — 12, F; — 13, 0; — 14, TF; — 15, *f*; — 16, 0; — 17, F; — 18, TF; — 19, F; — 20, 0; — 21, 0; — 22, TF; — 23, *f*; — 24, 0; — 25, F; 26, 0; — 27, F; — 28, TF; — 29, 0; — 30, F.

Décembre. — 1er, 0; — 2, TF; — 3, TF; — 4, *f*; — 5, 0; — 6, 0; — 7, 0; — 8, 0; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, *f*; — 12, TF; — 17, TF; — 18, TF; — 19, TF; — 20 *à* 8 *heures du matin*, 0; *à midi*, TF; — 21, F; — 22, F; — 23, *f*; — 24, F; — 25, F; — 26, *f*; — 27, TF; — 28, 0; — 29, TF; — 30, 0; — 31, 0.

1871. *Janvier.* — 1er, 0; — 2, 0; — 3, *f*; — 4, 0; — 5, 0; — 6, 0; — 7, 0; — 8, 0; — 9, TF; — 10 *au matin*, TF; *le soir*, *f*; — 11, TF; — 12 *au matin*, 0 *et à midi* TF; — 13, *au matin*, *f et à* 11 *heures*, TF; — 14, F; — 15, TF; — 16, *tf*; — 17, 0; — 18, 0; — 19, 0; — 20, *tf*; — 21, TF; — 28, *tf*; — 29, 0; — 30, F; — 31, TF.

Février. — 1er, *tf*; — 2, 0; — 3, F; — 4, TF; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, F; — 8, F; — 9, *f*; — 10, *f*; — 11, *f*; — 12, TF; — 13, TF; — 14, TF; — 15, F; — 16, *f*; — 17, *f*; — 18 *f*; — 19, 0; — 20 *au matin*, *f*; *à midi*, F; — 21, F; — 22, F; *à minuit*, TF; — 23 *à midi*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 24, F; — 25, *f*; — 26, *f*; — 27, F; — 28, TF.

Mars. — 1er, *f*; — 2, F; — 3, *f*; — 4 *à* 9 *heures du matin*, *f*; *à midi*, TF; — 5, 0; — 6, *f*; — 7, *f*; — 8, F; — 9, *f*; — 10 *au matin*, *f*; *à* 11 *heures*, F; — 11, F; — 12, F; — 13, 0; — 14, 0; — 15, *f*; — 16, F; — 17, TF; — 18, *f*; — 19, *f*; — 20 *au matin*, TF; *à midi*, 0!!!; — 21, *f*; — 22, *f*; — 23, *f*; — 24, 0; — 25, TF; — 26, TF; — 27, TF; — 28, TF; — 29, TF; — 30 *au matin*, F; *à midi*, *f*; — 31, 0.

Avril. — 1er, 0; — 2, 0; — 3, *f*; — 4, F; — 5, F; — 6, TF; — 7, *f*; — 8, F; — 9, *f*; — 10, 0; — 11, *f*; — 12, F; — 13, F; — 14, TF; — 15, TF; — 16, *f*; — 17, F; — 18, TF; — 19 *au matin*, F; *à midi*, 0; — 20, *f*; — 21, *f*; — 22, F; — 23, TF; — 24, 0; — 25, F; — 26, TF; — 27, *le matin*, TF; *à* 3 *h.*, 0; — 28, TF; — 29, *tf*; — 30, F.

Mai. — 1er, TF; — 2 *au matin*, TF; *à midi*, *f*; — 3, 0; — 4, TF; — 5, 0; — 6, TF; — 7, F; — 8, F; — 9, *f*; — 10, F; — 11, *f*; — 12, F; — 13, TF; 14, F; — 15, F; — 16, TF; — 17, 0; — 18, F; — 19, *f*; — 20, *f*; — 21, 0; — 22, TF; — 23, 0; — 24, F; — 25, F; — 26, 0; — 27 F; — 28, F; — 29, 0; — 30, F; — 31, 0.

Juin. — 1er, *f*; — 2, TF; — 3, F; — 4, 0; — 5, *f*; — 6, F; — 7, 0; — 8, F; —

10, TF; — 11, TF; — 12, TF; — 13, F; — 14, *f*; — 15, F; — 16 *au matin*, 0; *à* 10 *heures*, F; — 17, 0; — 18, F; — 19, 0; — 20, F; — 21, TF; — 22, TF; — 23, 0; — 24, *tf*; — 26, TF; — 27, F; — 28, TF, — 29, TF; — 30, *f*.

Juillet. — 1er, 0; — 2, F; — 3, 0; — 4, *tf*; — 5, TF; — 6, *f*; — 7, TF; — 8, *f*; — 9 *f*; — 10 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, TF; — *Vésuve*; — 11, TF; — 12, TF; — 13, 0; — 14, 0; — 15, 0; — 16, TF; — 17 *au matin*, TF; *à* 11 *heures du soir*, 0; — 18, 0; — 19, 0; — 20, TF; — 21, 0; — 22, 0; — 23, TF; — 24, 0; — 25, F; — 26, 0; — 27, 0; — 28, F; — 29, F; — 30, 0; — 31, 0.

Août. — 1er, F; — 2, TF; — 3, *f*; — 4, 0; — 5, F; — 6, F; — 7, TF; — 8, F; — 9, F; — 10, 0; — 11, 0; — 12, 0; — 13, 0; — 14, 0; — 15, 0; — 16, 0; — 17, 0; — 18, *f*; — 19, *f*; — 20, TF; — 21, TF (observ. interrompues jusqu'au 11 octobre).

Octobre. — 11, 0; — 12, 0; — 13, 0; — 14, *f*; — 15, 0; — 16, 0; — 17 *le matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, TF; — 18, TF; — 19, TF; — 20 *au matin*, F; *à* 11 *heures du soir*, *f*; — 21, 0; — 22, *f*; — 23, F; — 24, F; — 25, 0; — 26, 0; — 27, 0; — 28, 0; — 29, 0; — 30 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 31, TF.

Novembre. — 1er, F; — 2, 0; — 3, 0; — 4, 0; — 5, 0; — 6, 0; — 7, 0; — 8, F; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, TF; — 12, F; — 13, TF; — 14 *au matin*, TF; *à midi*, 0; — 15, 0; — 16, 0; — 17, 0; — 18, F; — 19, 0; — 20, 0; — 21, F; — 22, 0; — 23, *f*; — 24, 0; — 25, TF (cristaux!); — 26, 0; — 27 *au matin*, 0; *à* 2 *heures*, *f*; — 28, F; *à midi*, TF; — 29 *au matin* 0; *à* 11 *heures*, F; — 30, TF.

Décembre. — 1er, TF; — 2, TF; — 3, F; — 4, 0; — 5, TF; — 6, 0; — 7, F *à* 8 *heures*; *à* 7 *h. du matin*, 0; *à midi*, TF; — 8, TF; — 9, F; — 10, 0; — 11, 0; — 12 *au matin*, 0; *à* 11 *h. du soir*, TF; — 13, TF; — 14, F; — 15, 0; — 16, F; — 17, 0; — 18 *au matin*, 0; *à* 11 *h. du soir*, F; — 19, TF; — 20, TF; — 21, F; — 22, F; — 23, F; — 24 *au matin*, 0; *à* 11 *h. du soir*, F; — 25, F; — 26, F; — 27, *f*; 28, 0; — 29, 0; — 30, 0; — 31, *f*.

1872. *Janvier*. — 1er, F; — 2, F; — 3, TF (cristaux); — 4, TF; — 5, F (observ. interr.); — 15, *f*; — 16, 0; — 17, 0; — 18, F; — 19, F; — 20, *f*; — 21, F; — 22, F; — 23, F; — 24, TF (cristaux); — 25, TF; — 26, F; — 27, F; — 28, *f*; — 29, *tf*; — 30, F; — 31, TF.

Février. — 1er, TF; — 2, *f*; — 3, 0; — 4, *f*; — 5, F; — 6, F; — 7, F; — 8, 0; — 9, F; — 10, TF; — 11, F; — 12, F; — 14, TF; — 15, *f*; 16, 0; — 17, F; — 18 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 19, F; — 20, F; — 27, *f*; — 28, *f*; — 29, F.

Mars. — 1er, F. — 2, TF; — 3, *f*; — 4, *tf*; — 5, F; — 6, *f*; — 7, *f*; — 8, *f*; — 9, F; 10, F; — 11, TF (cristaux); — 12, TF; — 13, F; — 14, F; — 15, TF (cristaux); — 16, TF (cristaux); — 17, TF (cristaux); — 18, *f*; — 19, F; — 20, TF (cristaux); — 21, TF; — 22, TF; — 23, *tf*; — 24, TF; — 25, TF; — 26, TF (cristaux); — 27, TF (cristaux); — 28, 0; — 29, TF (cristaux); — 30, *f*; — 31, *f*.

Avril. — 1er, *f*; — 2, F; — 3, TF (cristaux); — 4, *f*; — 5, F; — 6, TF; — 7 *au matin*, 0; *à* 3 *heures*, TF (cristaux); — 8, *f*; — 9, 0; — 10, TF (cristaux); — 11, TF; — 12, *f*; — 13, TF (crist.); — 14, TF (crist.); — 15, TF (crist.); — 16, TF (crist.); — 17, F; — 18, F; — 19, F; — 20, F; — 21, F; — 22, F; — 23, *f*; — 24, *f*; — *Vésuve*, 25, TF (crist.); — 26, TF; — 27, *f*; — *Vésuve*, 28, TF (crist.); — 29, FT (crist.); 30, F.

Mai. — 1er, F; — 2, F; — 3, *tf*; — 4, *tf*; — 5, 0; — 6, F; — 7, *f*; — 8, TF; — 9, TF; — 10, F; — 11 *au matin*, 0, *à midi*, *f*; — 12, 0; — 13, 0; — 14, TF (cristaux); 15, TF; — 16, F; — 17, 0; — 18, 0; — 19, *f*; — 20, 0; — 21, 0; — 22, 0; — 23 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 24, *tf*; — 25, F; — 26, F; — 27, TF; — 28, TF; — 29, TF; — 30, TF; — 31, TF.

Juin. — 1er, TF; — 2, *f*; — 3, 0; — 4, TF; — 5, F; — 6, F; — 8, 0; — 9 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 10, F; — 11, *à* 8 *heures du matin*, *f*; *à* 10 *heures*, TF; — 12, 0; — 13, 0; — 14, *f*; — 15, 0; — 16, 0; — 17, TF; — 18, 0; — 19, F; — 20, F; — 21, TF; — 22 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, TF; — 23, 0; — 24, F; — 25, 0; — 26, 0; — 27, *f*; — 28 *au matin*, F; *à midi*, 0; — 29, F; — 30, F. — Observations interr.

Octobre. — 21, F; — 22, *f*; — 23, 0; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 27 *matin*, 0; *soir*, F; — 28, 0; — 29 *matin*, F; *soir*, 0; — 30 *matin*, 0; *à* 10 *h.*, TF; — 31, 0.

Novembre. — 1er, 0; — 2, 0; — 3, 0; — 4 *au matin*, 0; *à* 11 *heures du soir*, F; — 5, TF; — 6, TF; — 7, 0; — 8, F; — 9, TF; — 10 *au matin*, 0; *à* 2 *heures*, F; — 11, F; — 12, TF (cristaux); — 13, 0; — 14, *f*; — 15, F; — 16, 0; — 17 *f*; — 18, *f*; — 19, 0; — 20, F; — 21, 0; — 22, TF; — 23, *tf*; — 24, F; — 25, TF; — 26, F; — 27, TF; — 28, F; — 29, *f*; — 30, 0.

Décembre. — 1er, F; — 2, TF; — 3, TF; — 4, 0; — 5, F; — 6, 0; — 7, F; — 8, F; — 9, 0; — 10, F; — 11, F; — 12, F; — 13, F; — 14, *f*; — 15, F; — 16, F; — 17, F; — 18, F; — 19, *tf*; — 20, *tf*; — 20, F; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, F; — 25, 0; — 26 *au matin*, F; *à midi*, 0; — 27 *au matin*, 0; *à midi*, F; — 28, F; — 29, F; — 30, F; — 31, F.

1873. *Janvier.* — 1er, F; — 2, F; — 3, F; — 4, 0; — 5, F; — 7, F; — 8, TF; — 9, 0; — 10, *f*; — 11, TF; — 12, TF; — 13, TF; — 14, *f*; — 15, *f*; — 16, F; — 17, *tf*; — 18, *tf*; — 19, *f*; — 20, *tf*; — 21, F; — 22, F; — 23, TF; — 24, TF; — 25, F; — 26, 0; — 27, F; — 28, F; — 29, F; — 30, F; — 31, *tf*.

Février. — 1er, 0; — 2, 0; — 3, F; — 4, F; — *Vésuve*, 5, F; — 6, TF; — 7, TF; — 8, *tf*; — 9, F; — 10, F; — 11, *f*; — 12, 0; — 13, F; — 14, F; — 15, *tf*; — 16, 0; — 17, *f*; — 18, 0; — 19, 0; — 20, 0; — 21, *tf*; — 22, TF; — 23, F; — 24, 0; — 25, F; — 26, F; — 27, F; — 28, F.

Mars. — 1er, 0; — 2, TF; — 3, F; — 4, TF; — 5, 0; — 6, F; — 7, *f*; — 8, TF; — tremblements de terre en Italie, 9, F; — 10, *tf*; — 11, TF; — 12, *f*; — 14, F; — 15 *au matin*, *f*; *au soir*, F; — 16, TF; — 17, F; — 18, *f*; — 19, 0; — 20, *f*; — 21, F; — 22, *tf*; — 23, 0; — 24, TF; — 25, TF; — 26, F; — 27, 0; — 28, TF; — 29, *f*; — 30, *f*; — 31, F.

Avril. — 1er, 0; — 2, F; — 3, TF; — 4, 0; — 5, F; — 6, TF; — 7, *f*; — 8, *f*; — 9, F; 10, 0; — 11, TF; — 12, *tf*; — 13, 0; — 14, TF; — 15, *f*; — 16, 0; — 17, F; — 18, F; — 19, TF; — 20, F; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, *f*; — 26, F; — 27, *f*; — 28, F; — 29, *tf*; — 30, F.

Mai. — 1er, F; — 2, *tf*; — 3, TF; — 4, F; — 5, *f*; — 6, *f*; — 7, F; — 8, TF; 9, F; — 10, 0; — 11, *tf*; 12, TF; — 13, 0; — 14, 0; — 15, F; — 16, 0; — 17, 0; — 18, *f*; — 19, F; — 20, TF; — 21, TF; — 22, TF; — 23, *f*; — 24, 0; — 25, *f*; — 26, TF; — 27, 0; — 28, 29 et 30, TF.

Juin. — 1er, TF; — 2, 0; — 3, *tf*; — 4, F; — 5, TF; — 6, 0; — 7, 0; — 8, 0; — 9, TF; — 10, TF; — 11, TF; — 12, TF; — 13, TF; — 14, F; — 16, F; — 17, F; — 18, 0; — 19, 0; — 20, *tf*; — 21, F; — 22, *tf*; — 23, 0; — 24, F; — 25, F; — 26, F; — 27, F; — 28, F; — 29, TF; — 30, 0.

Juillet. — 1er, 0; — 2, 0 (tremblement de terre à Udine); — 3, F; — 4, F; — 5, F; — 6, F; — 7, 0; — 8, TF; — 9, F; — 10, F; — 11, 0; — 12, 0; — 13, F; — 14, 0; — 15, F; — 16, TF; — 17, TF; — 18, TF; — 19, F; — 20, 0; — 21, F; — 22, 0; — 23, F; — 24, 0; — 25, F; — 26, *f*; — 27, 0; — 28, F; — 29, F; — 30, *f*; — 31, F.

Août. — 1er, TF; — 2, TF; — 3, F; — 4, F; — 5, F; — 6, F; — 7, *f*; — 8, 0; — 9, *tf*; — 10, F; — 11, F; — 12, TF; — 13, TF; — 14, F; — 15, 0; — 16, TF; — 17, F; — 18, TF; — 19, 0; — 20, *f*; — 21, F; — 22, F; — 23, TF; — 24, *f*; — 25, *f*; — 26, 0; — 27, *tf* (tremblements de terre en Angleterre et en Picardie!!); — 28, F; — 29, *tf*; — 30, F; — 31, 0.

Septembre. — 1er, TF; — 2, F; — 3, TF. — Observ. interr. — 20, *tf*; — 21, 0; — 22, 0; — 23, 0; — 24, *tf*; — 25, TF; — 26, F; — 27, TF; — 28, F; — 29, TF; — 30, TF.

Octobre. — 1er, 0; — 2, F; — 3, TF; — 4, TF; — 5, 0; — 6, 0; — 7, *f*; — 8, F; — 9 *au matin*, *f*; *au soir*, TF; — 10, 0; — 11, TF; — 12, 0; — 13, 0; — 14, TF; — 15, TF; — 16, 0; — 17, 0; — 18, F; — 19, 0; — 20, 0; — 21, F; — 22, 0; — 23, 0; — 24, 0; — 25, 0; — 26, 0; — 28, 0; — 29, F; — 30, *f*; — 31, 0.

Novembre. — 1er, 0; — 2, F; — 3, TF; — 4, TF; — 5, F; — 6, F; — 7, *f*; — 8, *f*; — 9, 0; — 10, 0; — 11, 0; — 12, 0; — 13, F; — 14, 0; — 15, F; — 16, 0; — 17, F; — 18, *f*; — 19 *f*; — 20, *f*; — 21, 0; — 22, *f*; — 23, 0; — 24 F; — 25, *tf*; — 26, F; — 27, F; — 28, 0; — 29, 0; — 30, 0.

Décembre. — 1er, 0; — 2, *f*; — 3, F. — Observations interrompues. — 7, 0; — 8, 0; — 9, 0. — Observations tout à fait arrêtées par la maladie. »

M. **Belgrand**, après avoir entendu l'analyse de la Communication de M. *Prost*, donnée en séance par M. le Secrétaire perpétuel, présente les remarques suivantes :

« Si l'on examine les observations faites au nord du plateau central de la France, notamment dans le bassin de la Seine, depuis le commencement du siècle, on reconnaît, dans quatre années seulement, des sécheresses analogues à celle que signale M. le colonel Prost.

» En désignant sous le nom de *saison froide* les deux derniers mois d'une année et les quatre premiers mois de l'année suivante, on trouve que les saisons froides des trois années 1857-1858, 1869-1870, 1871-1872 *n'ont pas été assez pluvieuses pour produire des crues notables dans les cours d'eau.* Jusqu'ici je constate le même fait en 1873-1874; ainsi, pendant cet hiver, la Seine, à Paris n'a point encore éprouvé de crues; mais, dans les trois mois de la saison froide qui ne sont pas encore écoulés, il peut se produire de grandes pluies et, par conséquent, des crues.

» On remarquera que ces quatre hivers appartiennent à cette longue période de sécheresse que nous subissons depuis 1857, et qui n'a été interrompue que par trois années humides : 1860, 1866 et 1872-1873. »

M. Alph. Milius annonce l'envoi d'échantillons de son produit pour la destruction du Phylloxera par les cyanures alcalins.

M. Nottelle adresse une Note relative à l'utilité des amendements riches en potasse, pour combattre le Phylloxera.

Ces deux Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. C.-M. Mathey adresse une nouvelle Note sur l'emploi du vent comme force motrice, auxiliaire de la vapeur.

(Renvoi à la Commission du prix Plumey.)

M. F. Girardon adresse une Note relative à un « Système télégraphique complet, pour la transmission automatique ou manipulée », qui a déjà fait l'objet de trois plis cachetés déposés par lui.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Tresca.)

M. A. Brachet adresse une Note relative à un nouveau système de chauffage des wagons de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. R. Trevisan adresse une Note relative à la quadrature du cercle.

On fera savoir à l'auteur que, en vertu d'une décision générale, l'Académie considère comme non avenues les Communications relatives à ce sujet.

M. H. Gianotti adresse une Note relative à diverses questions de Géométrie.

(Renvoi à l'examen de M. O. Bonnet.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre**, en réponse à une Note par laquelle l'Académie lui exprimait le désir que deux de ses Membres fussent délégués auprès du Comité spécial chargé de donner son avis sur les questions administratives et techniques touchant le service des poudres, adresse la Lettre suivante à MM. les Secrétaires perpétuels :

« J'apprécie à leur juste valeur les considérations émises pour motiver l'intervention, dans ce Comité, de deux Membres représentant, l'un la Mécanique, l'autre la Chimie, et je serais très-disposé à accueillir favorablement la demande que vous m'avez soumise, si le Décret du 13 novembre 1873 ne mentionnait pas la nomination d'un seul Membre de l'Académie.

» Je pense donc qu'au moment où ce Comité spécial va fonctionner pour la première fois il convient de s'en tenir au texte même du Décret qui l'institue.

» Les questions qui peuvent être soumises à ce Comité auront principalement pour objet, dans les circonstances actuelles, les moyens d'augmenter rapidement la fabrication des poudres et d'obtenir une grande régularité dans les différentes usines.

» Les Membres de ce Comité, qui auront consacré spécialement leurs études aux effets et à la fabrication de la poudre, et qui seront familiarisés avec les questions administratives intéressant le service des poudreries, donneront un concours très-utile à mon Département.

» On est en droit d'espérer que M. Berthelot, désigné par l'Académie des Sciences, aidera d'une manière efficace à résoudre, dans les meilleures conditions, les questions qui seront posées au Comité spécial des poudres. »

M. **L. Gosselin** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

M. **Demarquay** fait la même demande.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **J. de Seynes** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Cl. Gay*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. **A. Rivière** informe l'Académie de son désir d'entreprendre un voyage d'exploration dans les îles de l'empire du Japon, et indique

quelques-uns des points sur lesquels il compterait faire porter spécialement ses observations.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Charpentier de Cossigny*, intitulée : « La Terre, sa formation et sa constitution actuelle »;

2° Un volume de M. *A. Gautier*, intitulé : « Chimie appliquée à la Physiologie, à la Pathologie et à l'Hygiène ». Ce volume est présenté par M. Wurtz.

« M. Wurtz fait remarquer l'étendue du plan qui a été suivi par l'auteur, dont l'ouvrage embrasse toutes les applications de la Chimie aux différentes branches de la Médecine. Les nombreux matériaux rassemblés par lui sont triés avec soin et disposés avec ordre et clarté. Cette publication paraît destinée à exercer une heureuse influence sur les études de Chimie biologique. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des nombres pluckériens des enveloppes* (*). Note de M. **H.-G. Zeuthen**, présentée par M. Chasles.

« Afin de simplifier notre détermination du nombre e_a des points cuspidaux de l'enveloppe, nous restreindrons un peu nos suppositions sur les singularités du système en y attribuant, au plus, des courbes à branches doubles ($\rho = 2$), de façon que $\Sigma(\rho - 1)r$ se réduise à Σr, en supposant qu'aucune de ces branches doubles ne soit stationnaire, et enfin en négligeant les systèmes de points et en supposant même que ni l'enveloppe ni aucune des branches stationnaires ne soit composée de parties au nombre desquelles il y a des points.

» A côté des notations dont nous avons déjà indiqué la signification, nous désignerons par

c l'ordre du lieu des points cuspidaux des courbes du système,

Σe_r la somme des nombres des points cuspidaux des branches doubles,

Σe_s la somme des nombres des points cuspidaux des branches stationnaires,

(*) Voir page 274 de ce volume.

Σu la somme des nombres des points de contact des branches stationnaires,

c',... les nombres réciproques ($\Sigma u' = \Sigma u$).

» Nous regarderons de nouveau deux systèmes dans le même plan qui se correspondent d'une manière birationnelle, et nous ferons usage d'une *surface auxiliaire*, lieu des courbes d'intersection de deux cônes, ayant des sommets fixes O_1 et O_2 au dehors du plan des systèmes, et projetant des courbes correspondantes. On voit sans difficulté que cette surface est de l'ordre $\mu_1 n_2 + \mu_2 n_1$, et que les points O_1 et O_2 en sont des points multiples (coniques) des ordres $\mu_2 n_1$ et $\mu_1 n_2$.

» O_1 est sommet d'un cône circonscrit composé : 1° du cône tangent en ce point pris deux fois; 2° d'un cône de l'ordre $\mu'_2 n_1 + \mu_1 n'_2$ projetant les points de courbes du premier système qui, avec les points O_1 et O_2, déterminent des plans tangents aux courbes correspondantes du second système; 3° des cônes projetant l'enveloppe et les courbes stationnaires du premier système, pris n_2 fois; et 4° des cônes projetant les courbes du premier système qui correspondent aux courbes à branches doubles du second système, pris r_2 fois respectivement.

» Le cône tangent en O_1 est composé de μ_2 cônes projetant des courbes du premier système. Chacun de ces cônes d'ordre n_1 a n_1 contacts avec la deuxième, et $n_1 + n'_1$ contacts avec la troisième des parties du cône circonscrit que nous venons d'énumérer. Les génératrices de contact sont les tangentes osculatrices à la surface auxiliaire en O_1.

» O_2 est le sommet d'un cône circonscrit composé d'une manière analogue.

» En déduisant de ces circonstances deux expressions de l'ordre d'un cône circonscrit quelconque, on ne fera que retrouver la formule (2), qui servait à la détermination de a; mais nous obtiendrons une nouvelle relation en cherchant deux expressions du *nombre des tangentes osculatrices à la surface auxiliaire* qui passent par un point quelconque de l'espace.

» Si une surface est douée d'un point conique O_1, le cône tangent étant de l'ordre ν de la classe ν' et doué de δ génératrices doubles et de ε génératrices cuspidales, et que ces $\delta + \varepsilon$ génératrices, comme dans le cas qui nous occupe, soient tangentes aux branches des courbes double et cuspidale de la surface qui passent en O_1, il y aura en O_1 $2\nu + \nu' [= \nu(\nu + 1) - 2\delta - 3\varepsilon]$ tangentes osculatrices simples. Si un point O de l'espace tend à coïncider avec O_1, des tangentes osculatrices à la surface qui passent par O, $3(2\nu + \nu')$

tendront à coïncider avec les tangentes osculatrices en O_1, 2ε avec les tangentes aux branches de la courbe cuspidale qui passent en O_1; et encore $3\varphi'$ de ces tangentes osculatrices par O, qui tendront à se trouver dans les plans tangents au cône tangent en O_1 qui passent par la direction limite $O_1 O$, auront le point O_1 pour position limite de leurs points de contact. En ajoutant à ces nombres celui des tangentes osculatrices par O_1 qui n'ont pas ce même point pour point de contact, on trouve le nombre des tangentes osculatrices qui passent par un point quelconque.

» Appliquons ce procédé à notre surface auxiliaire, toutefois en commençant par supposer qu'aucun des systèmes donnés ne soit un système de droites.

» Alors, en comptant les droites par O_1 et par O_2, qui, selon la construction de la surface auxiliaire, la rencontrent en trois points consécutifs, et en négligeant, comme dans la déduction de (1), les termes dus à une multiplicité de la surface, on trouve que l'expression

$$(4)\quad \begin{cases} \mu_2[3(2n_1+n'_1)+2e_1+3n'_1]+c'_2 n_1+3[a_1 n'_2+\mu'_2(n_1+n'_1)] \\ \quad +[a_1 e_2+c_2(n_1+n'_1)]+3n'_2\Sigma s_1+e_2\Sigma s_1+e_{a,1}n_2+2n_2\Sigma u_1 \\ \quad +\Sigma e_{s,1}+3(n_1+n'_1)\Sigma r_2+n_1\Sigma(3r'_2+e_{r,2}), \end{cases}$$

où la dernière somme $\Sigma(\;)$ n'est étendue qu'aux branches doubles courbes (et non pas à celles qui se réduisent à des points), *est égale à celle qui résulte d'un changement des suffixes.*

» La raison pour laquelle la formule qu'on obtient ainsi n'est pas applicable au cas où un des systèmes, le second par exemple, consiste en droites, c'est qu'alors la surface auxiliaire contient $\mu_2 n_1$ droites par O_1. Celles-ci, si l'on fait usage de l'expression (4), seront comptées trois fois dans le nombre des tangentes osculatrices en O_1, et trois fois dans celui des autres tangentes osculatrices. Or elles ne doivent être comptées que pour $3\mu_2 n_1$ tangentes osculatrices. Il faut donc soustraire, dans ce cas, $3\mu_2 n_1$ de l'expression (4). En posant, en même temps,

$$n'_2=e_a=\mu'_2=c_2=c'_2=\Sigma e_{s,2}=\Sigma r_2=\Sigma(3r'_2+e_{r,2})=0,$$
$$n_2=1,\quad \mu_2=a'_2,\quad \Sigma s_2=\Sigma u_2=e'_{a,2}$$

et

$$a_2+e'_{a,2}-2a'_2=\tfrac{1}{3}(2e'_{a,2}+e_{a,2}-3a'_2)=2(p_2-1)=i_2=i_1,$$

où $i_1=i_2$ est la valeur commune de l'invariant numérique, on trouve

$$(5)\quad e_a=i(3n+3n'+e)+6\mu+3\mu'+c+c'-2\Sigma u-\Sigma e_s+3\Sigma r+\Sigma(3r'+e_r),$$

où la dernière somme n'est étendue qu'à des branches courbes, et où nous

avons effacé les suffixes 1. Cette formule sert à *déterminer le nombre e_a des points cuspidaux de l'enveloppe d'un système donné.*

» En appliquant le principe de dualité à la formule (5), on trouve une expression du nombre e'_a des tangentes d'inflexion de l'enveloppe. Les nombres a et a' étant déjà connus, il suffit de déterminer directement un des deux nombres e_a ou e'_a; mais cette double déduction nous a été utile pour la détermination des coefficients de l'équation (4), et elle en peut servir de vérification. Elle est aussi utile pour la détermination des coefficients des nouveaux termes qu'il faut introduire dans les formules (4) et (5), si l'on veut les rendre applicables à des systèmes qui ont les courbes singulières, ou dont les enveloppes ou les courbes stationnaires ont les propriétés que nous avons négligées dans notre déduction. Aussi la considération d'exemples particuliers où l'on connaît d'avance les résultats est utile pour la détermination de ces coefficients; mais nous n'insisterons pas ici sur les résultats que nous avons obtenus par de telles recherches. »

ASTRONOMIE. — *Orbite apparente et période de révolution de l'étoile double ζ d'Hercule.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de mes recherches sur les étoiles doubles, et spécialement les résultats relatifs à ζ d'Hercule.

» Ce système stellaire se compose d'une étoile de 3e grandeur, d'une nuance jaunâtre, et d'une étoile de 6e grandeur, d'une nuance rougeâtre. Sa position moyenne sur la sphère céleste est actuellement

$$Æ = 16^h 36^m 30^s; \quad Ⓓ = +31°50',3.$$

» C'est l'un des systèmes dont les orbites sont les plus resserrées et dont les périodes de révolution sont les plus courtes. La distance moyenne angulaire des deux composantes n'est que de 1",065; elle ne dépasse jamais 1",53, et descend jusqu'à 0",59. Aux périodes périhéliques, cette dernière distance fait entièrement disparaître l'étoile secondaire dans l'éclat de l'étoile principale. C'est ce qui excita à un si haut degré l'attention de William Herschel en lui présentant un phénomène entièrement nouveau en Astronomie, l'occultation d'une étoile fixe par une autre. En 1795, il ne put séparer les deux astres qu'avec une extrême difficulté. Cependant, en 1782, il avait écrit :

« Beau groupe composé de deux étoiles très-inégales. La brillante est blanche; l'autre a une couleur cendrée. Avec un grossissement de 460, l'intervalle qui sépare les bords des deux disques est moindre que le diamètre du petit. »

» Herschel ne reprit l'observation de cette étoile qu'en 1802, et constata

que le dédoublement était encore très-difficile. Il pensait que la conjonction avait lieu vers cette époque; mais ses observations ne se sont pas étendues sur un assez long espace pour qu'il ait pu se rendre compte de la nature de l'orbite. En réalité les deux étoiles ne s'occultent pas.

» Le phénomène qui avait frappé W. Herschel, en 1795, fut de nouveau constaté en 1829 par W. Struve, et en 1864 par Otto Struve, Dawes, Dembowski, etc. Il importe de rappeler ici les paroles de W. Struve :

« J'ai vu sans difficulté, dit-il, les deux étoiles en 1826; pendant l'année 1828, il était déjà difficile de les séparer; en 1829 et en 1831, je n'ai point aperçu le compagnon. En 1832, j'ai cru observer une apparence de compagnon; enfin, en 1834, il s'est offert à mes regards, dégagé des rayons de l'étoile principale, et de l'autre côté qu'en 1826. Ainsi j'ai constaté, sans hésitation, ce phénomène qui se présentait inattendu, car, d'après le récit d'Herschel, j'avais supposé le mouvement beaucoup plus lent. »

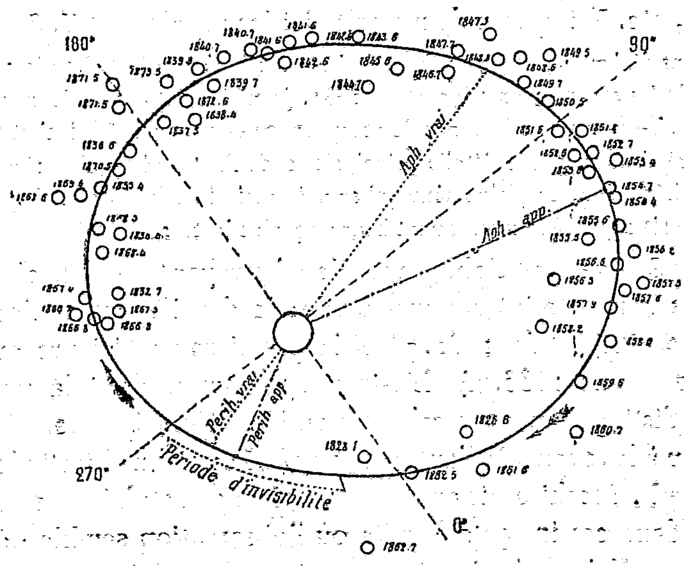
» M. Otto Struve a eu l'obligeance de m'envoyer toutes les observations qu'il a faites sur cette intéressante étoile; la dernière avant l'occultation apparente de 1864 est de 1862,74 et la première postérieure au passage au périhélie est de 1866,74. L'astronome Dawes, dont la vue était si perçante, a distingué aussi le compagnon à la même époque. Alvan Clark était parvenu à le revoir dès l'automne de 1865 avec son objectif de 7 pouces anglais, et le P. Secchi croit avoir distingué une protubérance au mois de juin 1865, dans ces instants fugitifs où l'observation semble dépasser sa portée normale. J'ai pu réunir soixante-quinze observations moyennes, dont quelques-unes toutefois ont dû être éliminées à cause de leur évidente divergence; j'en ai utilisé soixante-huit pour la discussion et pour la construction de l'orbite; quatre d'entre elles, se rapportant au périhélie, ne comportent pas de mesure d'angles de position.

» La comparaison de toutes les observations me conduit à établir que le passage au périhélie a eu lieu en 1864,35 à 298 degrés, et que la période de révolution est de $34^{\text{ans}},57$.

» Les périodes de révolution calculées jusqu'à ce jour sont toutes plus longues que celle-ci. Dans son savant Mémoire sur les étoiles doubles, M. Yvon Villarceau conclut à une durée de $36^{\text{ans}},357$; les passages au périhélie auraient eu lieu en 1793,740, 1830,097 et 1866,454. Plummer porte cette même période à $36^{\text{ans}},61$, et Fletcher à $37^{\text{ans}},21$. Ces périodes sont certainement trop longues; la discussion des observations récentes ne permet pas de les conserver. Les passages au périhélie ont eu lieu en 1864,35, en 1829,78, et 1795,21. Il faut avouer cependant que l'observation d'Herschel est embarrassante (1).

(1) Il est difficile de concevoir que cet astronome ait pu distinguer les deux étoiles en

» L'histoire de cette étoile offre une autre circonstance surprenante : c'est qu'en 1821, en 1822 et en 1823, avec des grossissements de 303, 381 et même de 578, sir John Herschel et South n'ont pas pu découvrir la petite étoile. Cependant la distance angulaire devait s'élever alors à 1″,5. Peut-être l'étoile satellite varie-t-elle d'éclat et de nuance.



Positions observées et orbite apparente de l'étoile double ξ d'Hercule.

» L'échelle à laquelle j'ai construit la figure ci-dessus est plus exagérée encore que celle que j'ai employée dans la recherche de l'orbite de ξ de la Grande Ourse : elle est de 30 millimètres pour une seconde de distance. Aussi voit-on plusieurs observations osciller de part et d'autre de la courbe, avec de notables différences, par exemple celles de 1856,5 et 1858,2, fort en deçà de l'orbite, et celles de 1862,7, et 1871,5, fort au delà de l'orbite, quoique ces positions soient corrigées de toute équation personnelle, au moyen des formules déduites des observations faites sur des étoiles doubles artificielles. Ces divergences, dues à l'extrême délicatesse

octobre 1795 avec un grossissement de 460, quand W. Struve ne le pouvait en 1829 et même en 1831 avec un grossissement de 800, ni les astronomes contemporains en 1863 et 1864 avec des pouvoirs supérieurs encore. Pour rendre compte de cette observation d'Herschel, il faudrait porter le périhélie à la fin de l'année 1796, ou le reculer à 1793,7. Dans le premier cas, les passages suivants auraient eu lieu en 1831,3 et 1865,9; dans le second, en 1828,3 et 1862,8. Ni l'une ni l'autre de ces hypothèses ne s'accorde avec la réalité, et elles s'accorderaient moins encore, en augmentant légèrement le chiffre de la période auquel je me suis arrêté.

de ces mesures micrométriques, et amplifiées par l'échelle adoptée, mettent en évidence les lieux moyens les plus sûrs par lesquels doit passer l'orbite. En fait, les positions les plus nombreuses rencontrées par la courbe sont précisément celles qui ont le plus de poids et qui appartiennent aux séries les plus sûres, lesquelles, dans le cas de l'étoile qui nous occupe, sont celles de Otto Struve et de Dawes.

» Voici les éléments de l'orbite apparente à laquelle je suis arrivé :

Demi-grand axe.............	1″,19	Passage au périhélie apparent...	1864,35
Excentricité.................	0,603	Distance au périhélie apparent..	0″,59
Position du périhélie apparent...	298°	Durée de la révolution........	34^{ans},57

» Le prochain passage au périhélie apparent aura lieu au mois de décembre 1898.

» L'étoile secondaire disparaît, éclipsée dans l'éclat de l'étoile principale, qui alors paraît *simple*, pendant la période où sa distance descend à 0″,66 et au-dessous. Cette période s'étend de 334° à 270°, et sa durée est de deux années environ. Aux limites de ces positions, l'étoile secondaire ne se montre encore que sous la forme d'une protubérance rougeâtre allongeant l'étoile principale, qui paraît *oblongue*.

» Dans les instruments de 6 pouces et au-dessus, le disque factice de l'étoile principale ne devrait pas dépasser 0″,80, soit, pour le demi-diamètre, 0″,40. Cependant l'étoile secondaire disparaît lorsqu'elle s'approche à 0″,66 du centre. On voit que cette disparition est due en partie au disque factice, en partie à la grande supériorité de l'éclat de l'étoile principale sur celui de sa compagne. Ce n'est là qu'une occultation optique, mais on peut signaler des systèmes d'étoiles doubles dont l'orbite est si inclinée vers le rayon visuel, que l'occultation est réelle : telle est, par exemple, la 42e de la Chevelure de Bérénice, dont l'inclinaison approche de 90 degrés, et dont les deux composantes s'éclipsent périodiquement.

» L'étoile principale se trouve à 0″,41 du centre; et, dans l'orbite apparente, à 0″,33 de distance du grand axe. Comme dans ξ de la Grande Ourse, le mouvement du satellite s'accomplit de l'est vers l'ouest par le nord, en raison inverse du sens de la numération des degrés. Les deux périhélies sont situés à l'O-N-O de l'étoile principale.

» L'aphélie apparent a eu lieu en 1854,40 à 76°, à la distance 1″,53.

» Le passage au périhélie vrai a eu lieu en 1864,9 à 286°. L'aphélie vrai tombe en 1847,6, à 106°. On peut voir sur l'ellipse apparente la projection du grand axe de l'orbite réelle.

» Voici la série des observations dont je me suis servi :

Dates.	Positions.	Distances.		Dates.	Positions.	Distances.		Dates.	Positions.	Distances.	
	°	″			°	″			°	″	
1826,63	23,4	0,91	Σ_1	1847,68	111,4	1,42	Σ_2	1857,86	57,0	1,46	J
1828,73	352,6	0,65	»	1848,61	102,2	1,56	D	1858,25	53,4	1,1	*d*
1832,75	220,5	0,81	»	1848,77	104,3	1,54	Σ_2	1858,62	51,0	1,48	Σ_2
1834,45	203,5	0,90	»	1849,48	99,2	1,71	D	1859,63	42,4	1,30	»
1835,45	196,9	1,09	»	1849,74	98,5	1,49	Σ_2	1860,74	32,5	1,38	»
1836,60	186,2	1,09	»	1850,53	93,8	1,52	»	1861,57	17,1	1,05	»
1837,47	175,5	1,09	»	1851,62	88,4	1,47	»	1862,53	1,7	0,82	*d*
1838,44	168,6	1,03	»	1851,80	86,9	1,59	D	1862,74	341,1	1,00	Σ_2
1839,67	160,4	1,16	»	1852,63	84,2	1,52	Σ_2	1866,74	228,6	0,98	»
1839,76	161,9	1,22	D	1852,73	82,5	1,57	D	1866,83	229,8	0,89	D
1840,66	157,1	1,25	Σ_2	1853,40	80,1	1,66	*w*	1866,8	229,2	0,83	C
1840,66	150,7	1,23	D	1853,59	80,0	1,48	Σ_2	1867,00	225,1	0,98	D
1841,60	147,1	1,23	Σ_2	1854,45	75,3	1,55	D	1867,52	225,6	0,8	*d*
1841,65	143,0	1,24	D	1854,66	76,8	1,56	Σ_2	1868,42	210,6	0,94	»
1842,55	140,1	1,42	K	1855,53	69,7	1,41	S	1868,48	206,5	0,99	*k*
1842,64	146,0	1,21	Σ_2	1855,62	70,8	1,55	Σ_2	1868,59	203,8	1,23	Σ_2
1843,64	129,9	1,30	D	1856,25	66,2	1,60	J	1869,58	200,9	1,09	*d*
1844,71	125,0	1,12	Σ_2	1856,52	64,2	1,2	*d*	1870,49	190,8	1,10	»
1845,64	121,0	1,24	»	1856,62	64,7	1,49	Σ_2	1871,50	180,8	1,27	»
1846,69	110,0	1,31	»	1857,46	60,2	1,60	*w*	1871,52	179,6	1,34	Σ_2
1847,53	108,0	1,63	D	1857,63	59,1	1,49	Σ_2	1872,60	168,8	1,14	»
								1873,52	170,0	1,23	»

(Σ_1, William Struve. — Σ_2, Otto Struve. — D, Dawes. — K, Kaiser. — S, Secchi. — J, Jacob. — *d*, Dembowski. — *w*, Wrottesley. — *k*, Knott. — C, Chambers.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état variable des courants voltaïques. Réponse à M.* Cazin; par M. P. Blaserna.

« Je demande à l'Académie la permission de revenir sur la question de l'état variable des courants; il y a dans la dernière Note de M. Cazin (1) quelques points que je ne puis laisser sans réponse.

» Je dois d'abord constater que M. Cazin a seulement examiné le cas des dérivations, et cela d'une manière assez compliquée. Or, pour savoir ce qui se passe dans un circuit principal, il faut observer le circuit principal. Il en résulte que les expériences de M. Cazin, même si elles étaient beaucoup plus précises, ne permettraient jamais de rien conclure sur les phénomènes qui peuvent avoir lieu dans l'autre branche de dérivation, et beaucoup moins encore sur les phénomènes que présente le circuit principal sans dérivation.

» Mais mon savant contradicteur croit que les oscillations que j'ai toujours constatées, et d'une façon si régulière, appartiennent seulement au galvanomètre et ne représentent pas l'état général du circuit entier; or il

(1) *Comptes rendus*, p. 65 de ce volume.

est absolument impossible d'admettre une telle supposition. Le mouvement vibratoire, qui existe dans une portion du circuit, se propage dans le circuit entier avec une vitesse très-considérable et, pour ainsi dire, infinie. Comment peut-on concevoir un mouvement vibratoire dans un point quelconque, qui ne se transmettrait pas aux autres portions du circuit? Pour admettre qu'il en soit ainsi, il faut avoir des preuves directes. Sans cela, c'est une hypothèse gratuite qui, du reste, serait tout aussi bien contre les expériences de M. Cazin que contre les miennes.

» M. Weber (1) a examiné la question de savoir si les ondes électriques se propagent, dans les fils très-longs, de façon à donner lieu à une différence de phase, et il est arrivé à la conclusion que, même pour un fil de 73 kilomètres de longueur, il n'y a pas de différence appréciable. En combinant les expériences de M. Weber avec les miennes, j'ai conclu (voir mon Mémoire, p. 129) que les oscillations qui constituent la période variable du courant peuvent être considérées comme simultanées, dans les circuits d'une longueur ordinaire. Les oscillations qui existent dans le galvanomètre sont les mêmes qui existent dans le reste du circuit. Le galvanomètre agit comme une spirale de plus et peut augmenter l'importance des oscillations; mais il forme avec tout le reste du circuit un seul système d'oscillations.

» Je n'ai donc aucun motif pour modifier mes conclusions. Il reste démontré que, dans un circuit sans dérivations, l'état variable est formé d'une série d'oscillations très-régulières; le cas des dérivations est plus compliqué. Les oscillations s'y produisent aussi, mais elles sont moins régulières. Or dans ma Note, que l'Académie a bien voulu insérer dans son *Compte rendu* du 24 novembre, je crois avoir démontré que, si M. Cazin ne les a pas trouvées, cela tient à ce que les temps qu'il a mesurés sont, d'après ses propres indications, beaucoup trop longs. J'ai même fait voir que, en prenant un cas de dérivation qui a beaucoup d'analogie avec celui de M. Cazin, on arrive exactement au phénomène observé par lui, pourvu qu'on le suppose étudié avec une précision quinze où vingt fois plus petite. Les oscillations très-énergiques se transforment en un maximum, qui a lieu exactement en même temps.

» Or mon savant contradicteur s'efforce de démontrer que les cas que nous avons examinés ne sont pas les mêmes. Pour y parvenir, il donne une importance à des circonstances tout à fait secondaires, mais il y a réellement entre eux quelques différences. Dans mon expérience, la dérivation était

(1) *Electrodynamische Maassbestimmungen inst. elektrische Schwingangen*, 1864.

appliquée lorsque le courant principal était déjà constant (ou presque constant), tandis que, dans celle de M. Cazin, la dérivation était appliquée plus tôt. C'est là un argument de plus en faveur de ma conclusion, parce que, s'il y a des oscillations, elles doivent être bien plus prononcées au commencement qu'à la fin de la période variable. De plus, M. Cazin compliquait encore le phénomène, en appliquant sa dérivation à des temps variables. Il en résulte que les oscillations dans son expérience devaient être encore plus nombreuses, parce qu'on ne peut pas admettre que les oscillations, provenant de diverses causes, se détruisaient par hasard.

» Je maintiens donc ma conclusion, que le maximum observé par M. Cazin renferme un certain nombre d'oscillations, et qu'il les aurait trouvées, si son procédé était suffisamment exact. C'est bien pour répondre à cette conclusion que M. Cazin a voulu entreprendre une nouvelle série d'observations, en rendant son appareil plus sensible pour la mesure des temps; mais je crains qu'il ne se fasse illusion lorsqu'il croit qu'en réduisant la lame de dérivation de son appareil à un huitième, savoir de 2 à $\frac{1}{4}$ de millimètre, il ait aussi réduit le temps à un huitième, par conséquent de 4 à $\frac{1}{2}$ dix-millième de seconde. Cela serait exact, si le ressort qui glisse sur la lame, pour établir le contact, était réduit à un point; mais, comme c'est toujours une surface, la *durée vraie* du contact est toujours beaucoup plus considérable. Pour la déterminer, il faut chercher, par tâtonnement, en s'aidant d'un courant et d'un galvanomètre, le point où le contact commence et celui où il cesse, et l'on mesure la distance parcourue avec le cathétomètre.

» Dans mes expériences, j'ai été frappé de la différence qu'on trouve à cet égard. Pour une lame qui, dans mon cylindre tournant, avait une largeur de 1 millimètre à peu près, le contact durait deux fois et demie plus et, lorsque la petite tête de mon ressort était un peu usée, même trois fois plus. Je déterminais cette quantité importante jour par jour, par la méthode que je viens d'indiquer.

» Je ne connais pas les conditions du ressort dont M. Cazin a fait usage, mais je ferai la supposition qui me paraît la plus favorable, supposition qui, par exemple, n'a jamais été réalisée par mon excellent appareil : j'admettrai que la surface glissante ait une largeur de 1 millimètre; dans ce cas, les temps ne sont plus en raison de 2 et de $\frac{1}{4}$, mais bien en raison de 3 et de $1\frac{1}{4}$. Il en résulterait que le temps primitif est encore plus long que ne l'admet M. Cazin, et que sa nouvelle lame ne le réduit pas même à $\frac{1}{3}$. On peut donc dire, sans exagération, que son temps primitif

était probablement de six ou huit dix-millièmes, et que, avec la nouvelle lame, il a été réduit à trois ou cinq dix-millièmes, temps bien plus long que ce que M. Cazin croit avoir obtenu, ce qui explique pourquoi il a encore trouvé son maximum.

» Si M. Cazin veut bien mesurer la durée vraie de son contact, il sera frappé de la grande différence qui existe entre celle-ci et la durée théorique, calculée d'après la largeur de la lame fixe et la hauteur de la chute, qu'il semble avoir seulement considérées. On voit par là qu'il est encore bien loin du but, et que ni un appareil de 4, ni un de 8, ni même un de 12 mètres de hauteur ne lui offriraient un degré de précision suffisant. Du reste, je souhaite qu'il réussisse à vaincre toutes ces difficultés, convaincu comme je le suis qu'il trouverait alors, tout aussi bien que moi, les oscillations du courant. S'il se borne à dire, en termes généraux, que dans ses expériences, selon le point d'application de la dérivation, l'effet galvanométrique observé n'est pas le même et que c'est une fraction de temps différente dans les différents cas, personne ne le contredira; mais il ne faut pas aller au delà et vouloir préciser mieux, parce qu'il mesure d'une façon complexe des phénomènes complexes; et surtout il ne faut pas confondre le cas d'une dérivation avec le cas, plus important, d'un circuit sans dérivation. Quant à mesurer la durée totale de la période variable, je crois cette recherche sans importance. La durée n'est pas définissable, parce que, théoriquement, on peut la considérer comme infinie; mais, comme pour tous les phénomènes qui s'approchent de zéro, on trouve expérimentalement une durée plus ou moins grande, selon la sensibilité des instruments qu'on emploie. »

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau saccharimètre et sur un moyen pour rendre la flamme de la soude absolument monochromatique.* Note de M. **Laurent**, présentée par M. Jamin.

« Tout saccharimètre se compose d'un polariseur placé devant une flamme et, à une certaine distance, d'un analyseur armé d'une petite lunette. Entre les deux, se place la solution qui a la propriété de faire tourner le plan de polarisation des divers rayons polarisés qui la traversent suivant des angles différents. Si l'on emploie une lumière monochromatique, il suffit alors de faire tourner l'analyseur d'un angle égal à celui dont aura tourné le plan de polarisation du rayon donné. Le point capital, et dont dépend la précision de l'instrument, consiste dans l'appréciation exacte de l'extinction réelle ou relative.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter se compose d'un prisme biréfringent ordinaire pour polariseur, et d'un Nicol pour analyseur; ce dernier est fixé, ainsi qu'une petite lunette de Galilée, sur une alidade avec laquelle ils tournent. La partie nouvelle consiste en une plaque de gypse clivé mince et couvrant la moitié d'un diaphragme situé entre le polariseur et l'analyseur. Placée entre deux Nicols, dont les sections principales sont perpendiculaires, cette plaque donne le jaune du deuxième ordre, correspondant à la raie D de la soude, soit avec la lumière blanche, soit avec la lumière jaune. Si les Nicols ont leurs sections parallèles avec la lumière blanche, on a la couleur complémentaire bleu-violet; avec la lumière jaune, on a du noir : c'est cette remarque qui m'a servi de point de départ.

» Cette plaque est fixe, mais le polariseur peut tourner; quand il marque zéro, ainsi que l'alidade, on a pour les deux moitiés du diaphragme l'extinction complète. Si le polariseur marque 2 degrés, par exemple, on n'a plus l'extinction complète, mais les moitiés sont encore de même nuance; alors, en tournant l'alidade de 2 degrés à gauche, l'une des moitiés devient noire tandis que l'autre s'éclaircit; en tournant l'alidade de 2 degrés à droite, on a l'apparence inverse. En tournant le polariseur même de l'angle maximum, 45 degrés, on a les mêmes phénomènes.

» La ligne de séparation est aussi un clivage, de sorte qu'elle est très-fine et disparaît même quand on établit l'égalité de nuances.

» Cette plaque de gypse produit donc très-simplement l'effet d'un polariseur en deux parties, dont les sections principales feraient entre elles un certain angle, et, de plus, elle permet, sans complication, de rendre cet angle variable de zéro à 45 degrés, ce qui peut être d'un précieux avantage dans les applications; car, un liquide plus ou moins décoloré étant donné, on pourra choisir l'angle qui donnera le maximum de précision.

» L'agencement mécanique de l'appareil présente aussi quelques particularités : une petite glace, fixée sur le porte-loupe, renvoie la lumière du bec sur les divisions et évite l'emploi d'une lumière accessoire. Il y a deux divisions : l'une en degrés saccharimétriques, l'autre en degrés ordinaires; je les ai placées toutes deux concentriquement à la partie supérieure, ce qui en rend la lecture plus facile. La mise au zéro se fait au moyen d'un bouton molleté et d'un ressort antagoniste qui évite le jeu. Je propose même de supprimer tout à fait ce mouvement, en faisant commencer la chiffraison à l'extrémité gauche des divisions. Le résultat serait donné par

une simple soustraction, et l'on éviterait de remettre souvent au zéro, ce qui, dans la pratique, est une cause d'erreur assez fréquente.

» J'indiquerai maintenant un moyen simple pour rendre la flamme de la soude tout à fait monochromatique, moyen pouvant s'appliquer aux saccharimètres et à tous les cas où l'on a besoin d'une lumière très-homogène.

» Il consiste à interposer, entre la flamme et le polariseur, une plaque de bichromate de potasse clivé, qui a la propriété d'absorber les rayons violets, les rayons bleus et une partie des rayons verts que renferme la flamme de la soude, rayons qui diminuent la précision, quand on veut établir l'égalité de nuances, en donnant des couleurs différentes aux deux moitiés du diaphragme. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle balance de laboratoire.* Note de M. **Deleuil**, présentée par M. P. Desains.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'appréciation de l'Académie une nouvelle balance de laboratoire, pouvant porter 3 kilogrammes dans chaque plateau et sensible à 5 milligrammes.

» J'ai cherché à lui conserver un des avantages des balances de précision, celui de laisser le fléau immobile lorsqu'on charge et décharge les plateaux. J'ai disposé l'instrument pour que l'on puisse y peser des corps très-volumineux ou des ballons à long col. J'y ai joint une double paire de petits étriers qui permettent, lorqu'on veut prendre des densités, de placer en dessous un bocal de grande dimension. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur l'écoulement des liquides dans les tubes capillaires.* Mémoire de **M. Aug. Guerout**, présenté par M. Becquerel. (Extrait par l'auteur.)

« Les lois de l'écoulement des liquides au point de vue du diamètre des orifices et de la pression exercée ont été déterminées depuis longtemps, aussi bien dans le cas de l'écoulement par les ajutages ordinaires que dans celui où le liquide s'écoule par les tubes capillaires; mais il est un point qui n'a pas encore été l'objet de beaucoup d'expériences : c'est la question de savoir quel est le mécanisme intime de ces écoulements, et de quelles vitesses sont animées les différentes molécules du liquide à leur sortie des l'orifice.

» Dans le cas de l'écoulement par un orifice large pratiqué dans le fond

d'un vase, il existe, sur ce sujet, quelques expériences de M. Tresca. Guidé par les remarquables résultats de ses recherches sur l'écoulement en cylindres concentriques d'une pile de lames de matière malléable soumise à une forte pression (1), M. Tresca a cherché à étendre ses résultats aux liquides, et il a fait écouler, par un orifice pratiqué dans le fond d'un vase, deux couches liquides maintenues superposées par une petite différence de densité. Il a reconnu alors que les deux couches participent en même temps à l'écoulement, la première formant une enveloppe cylindrique autour de la seconde, qui elle-même renferme souvent, à sa partie centrale, une colonne d'air.

» Dans le cas de l'écoulement par les tubes capillaires, il n'existe sur cette question que des hypothèses faites en vue d'expliquer, par la théorie, les lois déterminées expérimentalement par M. Poiseuille. On a supposé que l'écoulement a lieu par cylindres concentriques animés de vitesses différentes, et l'on a pu en outre, en essayant de se représenter la courbe de ces vitesses, attribuer à cette courbe des formes bien différentes les unes des autres. Comme on est parvenu, par le calcul, à faire concorder avec les résultats de l'expérience ces diverses hypothèses, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'essayer de déterminer expérimentalement ce qui se passe à l'intérieur d'un tube capillaire pendant l'écoulement d'un liquide.

» Pour cela, nous avons d'abord étudié un cas particulier de l'écoulement par les tubes capillaires, cas qui se prêtait mieux à nos expériences que celui qu'à étudié M. Poiseuille. Il opérait, en effet, sur des tubes placés horizontalement, et dans lesquels l'écoulement était déterminé par une pression extérieure; nous avons considéré, au contraire, le cas de tubes placés verticalement, et dans lesquels l'écoulement se fait sous la seule influence du poids du liquide. Nos appareils étaient disposés de manière que les deux extrémités du tube plongeassent dans le liquide, pour éviter tout effet résultant de la capillarité. Nous opérions avec de l'eau.

» Dans ces conditions, nous avons reconnu que la dépense est 1° indépendante de la longueur du tube, 2° directement proportionnelle à la quatrième puissance du diamètre; ce qui n'est autre chose que la vérification d'un cas particulier de la loi de Poiseuille, celui dans lequel la charge et la longueur du tube seraient dans un rapport constant. Si donc on voulait exprimer ce résultat algébriquement, il faudrait, dans la formule de Poi-

(1) *Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1864.

seuille $D = \frac{KHd^4}{l}$, faire $\frac{KH}{l} = m$ (quantité constante), ce qui donnerait pour expression de la dépense dans le cas considéré $D = md^4$.

» Cette vérification faite, nous avons abordé l'étude de la constitution intime de la colonne liquide contenue dans le tube capillaire pendant l'écoulement. Le procédé que nous avons employé consiste à appliquer à l'extrémité inférieure du tube capillaire vertical, au travers duquel se fait l'écoulement, un diaphragme mince en ivoire, percé d'une ouverture d'un diamètre plus petit que celui du tube lui-même; de cette façon, nous avons pu choisir la partie de la colonne liquide au-dessous de laquelle nous placions l'orifice et étudier ainsi l'influence exercée sur la vitesse d'écoulement par la distance plus ou moins grande de cet orifice aux parois du tube.

» Cette disposition nous a servi d'abord à faire l'expérience suivante: à l'extrémité inférieure de deux tubes capillaires d'égale longueur, ayant pour diamètres l'un $1^{mm},08$, l'autre $0^{mm},86$, nous avons adapté deux diaphragmes identiques de $0^{mm},72$ de diamètre. Les deux orifices, placés au centre des tubes, étaient distants de la paroi, l'un de $0^{mm},18$, l'autre de $0^{mm},07$. En opérant avec ces deux tubes, le premier a fourni une dépense de $14^{cc},7$, le second une dépense de $6^{cc},17$ par minute. L'expérience, répétée avec d'autres diaphragmes, a donné des résultats analogues; elle mène à cette première conclusion que, pour une même ouverture de diaphragme, l'écoulement est d'autant plus rapide que ce diaphragme est adapté à un tube plus large, et que les parois du tube exercent une influence manifeste sur le mouvement des molécules liquides.

» Nous avons alors cherché à déterminer de quelle manière croît, dans un même tube, cette mobilité des molécules de l'eau; pour cela, nous avons adapté successivement à un même tube des diaphragmes percés d'ouvertures de moins en moins grandes, et nous avons déterminé la quantité d'eau écoulée dans un temps donné. On conçoit que, en agissant ainsi, l'ouverture des diaphragmes se trouve correspondre à des portions de liquide de plus en plus éloignées de la paroi. Dans les différents cas successifs, nous avons déterminé la vitesse moyenne d'écoulement des molécules en divisant, par la surface de l'orifice, la quantité d'eau écoulée dans l'unité de temps. Si toutes les molécules de la colonne liquide étaient animées de la même vitesse, on devrait de cette manière obtenir le même résultat avec les différents diaphragmes, ou tout au moins les nombres correspondant aux plus petits orifices devraient être plus faibles, à cause de l'influence ralen-

tissante exercée par la diminution du diamètre de l'ouverture. Or le contraire a lieu, comme on peut le voir par le tableau suivant, qui donne, à une même température, les vitesses moyennes obtenues dans un même tube capillaire avec une série de diaphragmes.

Diamètre du tube $= 1^{mm},08$.

Diamètre des orifices......	mm 1,08	mm 0,80	mm 0,72	mm 0,67	mm 0,59	mm 0,54	mm 0,50
Distance de la paroi du tube à la circonfér. de l'orifice.	0,00	0,14	0,18	0,205	0,245	0,27	0,29
Vitesse moy. par seconde..	302,0	464,0	512,0	596,00	690,00	744,0	827,00

» On voit que les vitesses obtenues avec les orifices les plus éloignés de la paroi sont beaucoup plus grandes que celles que donnent les diaphragmes à ouverture large. Ces résultats s'expliqueraient parfaitement en admettant d'une manière absolue que le liquide se meut dans le tube par couches cylindriques concentriques, animées de vitesses de plus en plus grandes à mesure qu'elles ont un diamètre plus petit; mais il pourrait se faire qu'il n'en fût pas tout à fait ainsi, que, par exemple, l'écoulement ne se fît pas par couches concentriques occupant toute la longueur du tube et que le phénomène reproduisît en petit les faits observés par M. Tresca; aussi avons-nous pensé devoir entreprendre sur ce sujet de nouvelles expériences, dont nous ferons connaître les résultats dans une prochaine Communication.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de recherches du Muséum, et nous saisissons cette occasion de remercier ici notre excellent maître, M. Becquerel, de ses bons conseils et des facilités qu'il nous a données pour l'exécution de notre travail. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'oxalurate d'éthyle et le cyanurate d'oxaméthane.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« L'acide oxalurique, urée composée, dérivée de l'oxalate d'urée, est représenté par la formule

$$C^3H^4Az^2O^4 = \begin{matrix}CO\text{-}AzH\text{-}CO\text{-}AzH^2 \\ | \\ CO^2H\end{matrix}.$$

Il renferme les éléments de l'acide oxamique $C^2O^3AzH^3$ et ceux de l'acide cyamique $COAzH$, de même que l'urée renferme les éléments de l'acide cyanique et de l'ammoniaque. Il était donc probable que l'on réaliserait la synthèse de l'acide oxalurique en préparant un cyanate d'acide oxa-

mique qui se convertirait spontanément en acide oxalurique, au même titre que le cyanate d'ammonium se transforme en urée.

» L'acide oxamique, se décomposant à la température de fusion, se prête mal aux réactions; aussi, après quelques essais infructueux tentés avec l'acide oxamique, ai-je eu recours à son éther, l'oxamate d'éthyle, décrit par M. Dumas sous le nom d'*oxaméthane*, et ai-je essayé de le convertir en oxalurate d'éthyle par l'action de l'acide cyanique.

» En dirigeant des vapeurs d'acide cyanique dans de l'oxaméthane maintenue en fusion (1), on obtient effectivement un corps cristallisé présentant la composition de l'oxalurate d'éthyle, $C^5H^8Az^2O^4$; mais, voulant le transformer en d'autres dérivés oxaluriques pour m'assurer qu'il appartient bien à la série des urées oxaliques, j'ai constaté que ce corps n'est qu'un isomère du véritable oxalurate d'éthyle et doit être considéré comme un cyanate d'oxaméthane, $C^4O^3AzH^7$, $COAzH$, ou plutôt comme un polymère, le cyanurate d'oxaméthane, $C^3O^3Az^3H^3$, $3(C^4O^3AzH^7)$.

» Pour le préparer, on maintient en fusion, dans un bain d'huile chauffé à 130 degrés, 5 grammes d'oxaméthane pure et sèche, et l'on y fait arriver les vapeurs cyaniques, produites par l'action de la chaleur, sur 3 grammes d'acide cyanurique. A mesure que l'acide cyanique est absorbé, l'oxaméthane se trouble, s'épaissit et finit par se solidifier presque entièrement. La réaction terminée, on reprend le contenu du ballon par 30 à 40 grammes d'eau bouillante, et la solution filtrée se remplit de fines aiguilles du nouveau composé. Quelquefois il est mélangé d'oxaméthane; pour le purifier, on le soumet à une nouvelle cristallisation dans l'eau bouillante, l'oxaméthane étant le plus soluble des deux corps.

» Le cyanurate d'oxaméthane renferme $C^3O^3Az^3H^3$, $3(C^4O^3AzH^7)$; il est en aiguilles brillantes, fragiles, enchevêtrées en masses légères; il est presque insoluble dans l'eau froide, soluble dans près de trente fois son poids d'eau bouillante. Par l'action de la chaleur, il commence à entrer en fusion pâteuse entre 155 et 160 degrés; plus fortement chauffé, il se détruit en donnant des vapeurs cyaniques et un sublimé cristallin qui se dépose sur les parois du tube. Soumis à une ébullition de quelques minutes avec un lait de chaux, il se décompose, et la solution fournit par le refroidissement des prismes durs et brillants d'un sel de calcium, présentant l'aspect de l'oxamate; le dosage de la chaux du produit séché à 140 degrés a donné des chiffres correspondant à ceux qu'exige l'oxamate de calcium.

(1) L'oxaméthane fond à 116-117 degrés.

» Ses solutions précipitent en blanc par l'ammoniaque, par l'eau de baryte, et la liqueur ammoniacale filtrée précipite par l'azotate d'argent. La constitution du cyanurate d'oxaméthane a été établie d'après l'examen des précipités fournis par l'ammoniaque et par l'eau de baryte.

» Le premier n'est autre que de l'oxamide; c'est une poudre blanche, insoluble dans l'eau froide, soluble dans une grande quantité d'eau bouillante, et dont la solution aqueuse donne à l'ébullition un précipité de sous-oxalate de plomb, par l'addition d'acétate de plomb ammoniacal. Traitée par la potasse, elle dégage du gaz ammoniac, et la liqueur neutralisée par l'acide acétique précipite abondamment le chlorure de calcium. Ces caractères sont ceux de l'oxamide; ils ont été confirmés par un dosage de carbone et d'hydrogène.

» Le précipité que donne l'eau de baryte dans la solution du cyanurate d'oxaméthane est du cyanurate de baryum : en effet, décomposé par l'acide acétique, il laisse un résidu blanc, insoluble ou peu soluble dans l'eau froide, présentant les propriétés suivantes, caractéristiques de l'acide cyanurique. Chauffé dans un tube, il se décompose entièrement en donnant des vapeurs d'acide cyanique; il se dissout dans l'eau bouillante et cristallise par le refroidissement en prismes brillants, devenant opaques et s'effleurissant par la dessiccation. Ses solutions ammoniacales précipitent l'azotate d'argent et le chlorure de baryum. Dissous dans un excès de soude caustique, il donne une liqueur limpide qui se trouble à l'ébullition; enfin il forme un précipité violet, adhérant aux parois du tube, dans la solution du nitrate de cuivre ammoniacal.

» La production d'oxamide et d'acide cyanurique au moyen du nouveau corps ne peut être attribuée à la présence accidentelle d'un peu d'oxaméthane et d'acide cyanurique dans un composé incomplétement purifié. Outre que le corps présente tous les caractères de l'homogénéité, on s'est assuré par des pesées que l'oxamide et l'acide cyanurique se forment en quantités correspondant à un dédoublement complet.

» On voit que le dédoublement de ce composé, en oxamide et cyanurate d'ammonium par l'ammoniaque, ne laisse aucun doute sur sa nature et en fait du cyanurate d'oxaméthane. Le premier produit de l'action de l'acide cyanique sur l'oxaméthane (cyanate d'oxaméthane), au lieu de se convertir en une urée isomère, se polymérise comme le font souvent les composés cyaniques.

» J'ai comparé ce corps au véritable *oxalurate d'éthyle*, que l'on obtient facilement en chauffant deux heures à 100 degrés, en vase clos, de l'io-

dure d'éthyle avec de l'oxalurate d'argent, et reprenant le produit par l'eau bouillante; il cristallise en aiguilles très-fines présentant au microscope le même aspect que le cyanurate d'oxaméthane, mais formant après dessiccation des masses légères, formées d'aiguilles flexibles et soyeuses, d'un aspect bien différent de celui des aiguilles fragiles et brillantes de son isomère.

» L'oxalurate d'éthyle n'est troublé ni par l'ammoniaque, ni par l'eau de baryte. Avec l'azotate d'argent, en présence d'ammoniaque, il donne un précipité gélatineux. Chauffé dans un tube ouvert, il se décompose comme le cyanurate avec production d'acide cyanique et d'un sublimé blanc.

» Je pense obtenir le cyanate d'oxaméthane, se convertissant en oxalurate d'éthyle, en laissant une solution éthérée d'acide cyanique en contact avec l'oxaméthane.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Greffes de follicules dentaires et de leurs organes constitutifs isolément.* Note de MM. **Ch. Legros** et **E. Magitot**, présentée par M. Ch. Robin.

« Nous avons l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie les résultats que nous avons obtenus de tentatives de greffes animales (1).

» Dans ces expériences, nous n'avons pas suivi la voie dans laquelle se sont engagés, depuis Hunter et les Italiens, la plupart des expérimentateurs qui ont transplanté des organes ou des tissus adultes. Suivant une idée déjà indiquée par M. Bert, nous avons songé à greffer des organes ou des tissus à l'état embryonnaire et, parmi ceux-ci, le follicule dentaire et les organes qui le constituent nous ont paru tout à fait favorables au but que nous poursuivions.

» Nos expériences comprennent 88 greffes, divisées en 14 séries. Nous ne pouvons ici en donner qu'un court résumé, suivi des résultats qu'elles ont fournis et des conclusions qui en découlent.

» Toutes les greffes ont été empruntées à des chiens soit nouveau-nés, soit âgés de quelques jours. Dans quelques expériences, les chiens avaient vingt-deux et cinquante-huit jours. Les animaux ont été invariablement sacrifiés par la piqûre du bulbe, et les mâchoires aussitôt ouvertes pour mettre les follicules à nu. Une moitié des deux mâchoires a ainsi servi

(1) Ces expériences ont été instituées dans le laboratoire d'Histologie de M. le professeur Ch. Robin, pendant les années 1872 et 1873.

à fournir les greffes, tandis que l'autre moitié était conservée comme terme de comparaison.

» Les animaux sur lesquels ont été appliquées les greffes étaient le plus souvent adultes et quelquefois de même âge et de la même portée que celui qui les fournissait. Les organes en expérience ont été rapidement isolés des gouttières dentaires et, le plus ordinairement, introduits aussitôt dans le point désigné pour la greffe. Dans quelques circonstances, ils ont été pendant quelques minutes plongés dans le sérum du sang de l'animal sacrifié, sérum qui était maintenu par le bain-marie à une température de 30 à 35 degrés C.

» Les greffes étaient introduites sous la peau de certaines régions, choisies parmi les mieux soustraites aux manœuvres de l'animal : la nuque, le sommet de la tête, les régions cervicale, dorsale et lombaire. Dans les premières séries, le procédé d'application était la simple incision et l'introduction de la greffe à 2 ou 3 centimètres de l'ouverture, qui était réunie par deux points de suture : il a été suivi dans 36 de nos expériences. Dans les 52 autres, nous avons employé un trocart spécial, d'un diamètre intérieur de 7 millimètres et qui permettait une transplantation beaucoup plus rapide et plus sûre. Nous devons dire toutefois que le dernier moyen ne nous a pas paru exercer d'influence appréciable sur les résultats.

» Sur notre total de 88 greffes, 10 ont été pratiquées du chien nouveau-né sur des cobayes adultes : elles se répartissaient de la manière suivante : follicules entiers, 6; organes de l'émail isolés, 3; bulbe seul, 1. Ces expériences ont toutes abouti à des résultats négatifs par résorption ou par suppuration, ce qui est conforme aux faits recueillis par M. Bert et d'autres physiologistes sur les greffes entre animaux d'ordres zoologiques différents.

» Les 78 autres greffes ont été invariablement pratiquées de chiens nouveau-nés ou jeunes sur chiens adultes. Le temps pendant lequel ces greffes ont été maintenues a varié de 13 à 54 jours; mais nous dirons de suite qu'une série de 25 greffes, qui sont ainsi restées le temps maximum de 54 jours, se sont toutes résorbées.

» Ces 78 greffes se divisent de la manière suivante :

Portion de maxillaires avec follicules inclus	5
Follicules isolés et entiers	26
Bulbes dentaires isolés	16
Bulbes restés recouverts de leur chapeau de dentine rudimentaire	7
Organes de l'émail isolés et greffés avec un lambeau de muqueuse buccale	19
Organes de l'émail avec le chapeau de dentine sous-jacent	1
Chapeaux de dentine isolés	4
Total	78

» Ces expériences ont fourni les résultats suivants :

» Les 5 *portions de maxillaires* avec les follicules dentaires inclus ont donné lieu à 3 suppurations et à 2 résorptions. M. Bert, dans des tentatives analogues, avait réalisé les mêmes résultats négatifs.

» Les 19 greffes d'*organe de l'émail* seul et la greffe d'organe de l'émail avec conservation du chapeau de dentine sous-jacent se sont invariablement terminées par résorption. Ce résultat ne doit pas surprendre, quand on songe à l'extrême fragilité de ce tissu et à son absence de vascularisation. Nous avions toutefois eu soin de greffer en même temps le lambeau correspondant de muqueuse qui fournit à l'organe ses vaisseaux nutritifs.

» Parmi les 26 *follicules complets* transplantés, 7 ont continué de vivre, ce qui établit une proportion de près de 25 pour 100. Ces 7 follicules se sont accrus régulièrement, sauf un cas dans lequel quelques troubles de nutrition ont amené la production de dentine globulaire et de faisceaux irréguliers de prismes d'émail.

» Les 16 greffes de *bulbes dentaires seuls* ont donné *trois* résultats positifs, soit environ 20 pour 100. Un nouveau chapeau de dentine s'est reproduit tout à fait régulier dans deux cas et dans le troisième un peu altéré dans sa nutrition et globuleux : ils étaient tous dépourvus d'émail.

» Les 7 greffes de *bulbes dentaires recouverts de leurs chapeaux de dentine* n'ont pas été retrouvées; elles avaient subi la résorption. Ce résultat est de nature à surprendre si on le rapproche du précédent, mais nous ferons remarquer que ces 7 greffes appartenaient aux séries dans lesquelles les expériences ont été maintenues pendant quarante-trois et cinquante-quatre jours.

» Sur les 4 *chapeaux de dentine isolés*, un seul a continué de vivre, mais sans présenter d'accroissement; il était resté, après quarante-trois jours, à l'état stationnaire.

» Un certain nombre d'autres greffes, conservées dans notre statistique comme négatives, ont été trouvées soit réduites de volume et manifestement en voie de résorption, soit ayant subi la transformation graisseuse, fait signalé plusieurs fois par M. Bert; les autres ont donné lieu à des abcès et ont été éliminées; d'autres enfin n'ont pu être retrouvées, quelle qu'ait été l'attention que nous ayons mise à leur recherche.

» *Conclusions.* — De l'ensemble des expériences précédentes, il nous paraît possible de tirer les conclusions suivantes :

» 1° Les greffes de follicules dentaires ou d'organes folliculaires isolés

n'ont donné de résultats dans nos expériences qu'entre animaux du même ordre zoologique.

» 2° Les expériences consistant à transplanter des portions plus ou moins volumineuses de mâchoires avec des follicules inclus ont échoué par suppuration ou résorption.

» 3° Les greffes d'organe de l'émail isolément paraissent vouées invariablement à la résorption.

» 4° Les follicules entiers et les bulbes dentaires isolés peuvent continuer à vivre et se développer.

» 5° Dans certaines circonstances, l'accroissement s'effectue régulièrement et sans autre différence avec l'état normal qu'une notable lenteur dans les phénomènes d'évolution.

» 6° Dans d'autres circonstances, quelques troubles dans la formation de l'ivoire et de l'émail se sont produits, et leur étude a pu être utilement appliquée à la recherche des phénomènes encore si obscurs du développement de l'organe dentaire.

» 7° Les résultats qui ressortent de ces expériences peuvent ainsi être réunis à ceux qui sont déjà acquis dans la voie de la greffe chirurgicale. »

ZOOLOGIE. — *Remarques, à propos de la Communication de M.* Ch. Martins, *sur la comparaison du membre antérieur des Monotrèmes avec celui des Oiseaux et des Reptiles;* par M. **E. Alix.**

« Dans sa dernière Communication à l'Académie, M. Ch. Martins regarde comme un trait de ressemblance entre les Monotrèmes et les Oiseaux la présence d'un petit osselet au voisinage de l'articulation de l'épaule. En parlant de cet os, dans un travail sur l'appareil locomoteur de l'Ornithorhynque et de l'Échidné, que j'ai inséré dans le *Bulletin de la Société philomathique*, en 1867, j'ai fait observer qu'il n'existe pas chez l'Échidné et qu'on ne le rencontre que chez l'Ornithorhynque. J'ai ajouté que le petit os de l'Ornithorhynque ne peut pas être assimilé à celui que l'on voit chez les Oiseaux et que Nitsch a nommé os huméro-capsulaire. En effet, l'os huméro-capsulaire des oiseaux, placé en dehors de l'articulation, est en connexion avec le muscle vulgairement appelé *deltoïde postérieur*, qui est un releveur de l'humérus et un rotateur de l'humérus en dehors. L'os de l'Ornithorhynque, au contraire, placé en dedans de l'articulation, est en connexion avec les muscles sous-scapulaire et grand rond, qui sont abaisseurs de l'humérus et rotateurs de l'humérus en dedans.

» En présence d'une telle différence, je crois qu'il est impossible d'admettre aucune homologie entre l'osselet de l'épaule de l'Ornithorhynque et l'os huméro-capsulaire des Oiseaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur la fermentation ammoniacale de l'urine*; par M. A. LAILLER. (Extrait.)

« ... C'est exceptionnellement que l'urine est ammoniacale au moment de l'émission; cependant je l'ai trouvée alcaline par la présence du carbonate d'ammoniaque, et dégageant une odeur putride, sans que l'on pût invoquer l'introduction d'un ferment extérieur par une plaie ou par le sondage.

» J'ai vu de vieux lypémaniaques émettre une urine pâle très-muqueuse, présentant une réaction alcaline et une odeur fétide.

» J'ai constaté quelquefois que, dans la paralysie générale arrivée à la période ultime, lorsque l'on obtenait pour la première fois, à l'aide du cathétérisme, de l'urine qui avait séjourné dans la vessie, elle avait les caractères d'alcalinité et de putridité. Dans la paralysie générale, l'urine, au moment de l'émission, est rarement ammoniacale, mais elle le devient rapidement. Ainsi l'a remarqué M. le Dr Paul, dans son service à l'infirmerie de l'hospice de Bicêtre, et, pour prévenir ou retarder la putréfaction des urines des gâteux dont l'odeur infectait les salles, il faisait administrer chaque soir aux malades une pilule de 20 centigrammes de térébenthine cuite.

» Dans une des formes les plus graves de l'aliénation mentale, le *délire aigu*, l'urée, plus encore que dans la paralysie générale, est éliminée en abondance, et lorsque, la miction ne se faisant plus librement, on est obligé de sonder le malade, l'urine est souvent très-muqueuse, ammoniacale et putride. Peut-être pourrait-on rattacher ce fait aux *états généraux de l'économie*, dont a parlé M. le Dr Bouillaud, dans lesquels l'alcalinité des urines apparaît au moment de leur émission.

» D'un autre côté, j'ai observé chez les paralytiques généraux que, lorsque l'urine obtenue à l'aide du cathétérisme était acide, elle continuait de l'être pendant tout le temps que l'on était obligé de sonder le malade, et ce temps durait parfois huit, dix jours et plus. Si l'introduction de la sonde avait dû, d'une façon ou d'une autre, favoriser la fermentation ammoniacale, cette fermentation se serait produite sous l'influence de sondages réitérés.

» Il est un fait connu, que je crois devoir rappeler : si l'on abandonne à elles-mêmes deux urines riches en urée, que l'une ne contienne pas d'excès de mucus et que l'autre en soit chargée, celle-ci sera alcaline et putride avant celle-là. Il semble donc évident que la fermentation ammoniacale dépend autant de l'état muqueux de l'urine que de son titre azoté.

» Si, comme le dit M. Dumas, il faut, pour se prononcer dans ces questions, attendre que les faits aient parlé, je crois que c'est plutôt à la clinique qu'il faut les demander qu'aux expériences de laboratoire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le prétendu dégagement de l'ozone des plantes;* Note de M. J. BELLUCCI, présentée par M. Le Verrier. (Extrait par l'auteur.)

» M. Scoutetten, médecin à Metz, fut le premier à admettre, en 1856 (1), que l'oxygène qui se dégage des plantes sous l'influence de la lumière solaire possède les propriétés de l'ozone. Cette opinion, bien que dérivée des résultats d'expériences, fut pourtant contredite et démontrée erronée par M. Cloëz, qui, dans la même année 1856, fit de nombreuses et minutieuses recherches, afin de s'assurer si l'oxygène qui provient des plantes possédait vraiment les propriétés de l'ozone (2). Les expériences de M. Cloëz démontrèrent, d'une manière incontestable, que cet oxygène ne possède que les propriétés ordinaires, et firent connaître, d'une manière évidente, que la coloration du papier ozonoscopique à l'iodure de potassium amidonné, dont M. Scoutetten s'était servi dans ses recherches, n'attestait pas, comme il l'avait interprété, que l'oxygène dégagé des plantes fût doué des propriétés de l'ozone, mais qu'il représentait le résultat d'une action complexe, que l'oxygène ordinaire, l'humidité et la lumière exerçaient simultanément sur le papier sensible, indépendamment de l'action de l'ozone.

» La répétition des expériences faites par M. Scoutetten et M. Cloëz me mit à même de m'assurer non-seulement que les résultats des expériences recueillis par eux étaient exacts, mais encore de me convaincre, de plus en plus, de la juste interprétation que M. Cloëz en avait donnée. De nouvelles recherches me paraissaient inutiles pour constater si les plantes dégagent ou non, de leurs parties vertes, l'oxygène ozoné; néanmoins, comme tout

(1) SCOUTETTEN, *L'ozone*. Paris, Masson, 1856.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, t. L, p. 80; 1857.

le monde ne s'accorde pas à reconnaître que la manière de voir de M. Scoutetten est erronée, et que beaucoup de personnes, même aujourd'hui, croient que les plantes produisent de l'ozone, je tentai de nouvelles expériences que je vais exposer en détail.

» Par le moyen d'un gazomètre, je faisais passer un courant d'air dans une cloche en verre, tubulée, de la capacité de 10 litres, recouvrant un pot de fleurs avec plantes vivantes, ou bien des branches ou feuilles récemment coupées. Avant d'arriver à la cloche, l'air parcourait un tube en verre, ayant 60 centimètres de longueur, dont la moitié était recouverte à l'extérieur de papier noir, et l'autre moitié, laissée dans les conditions ordinaires. Une fois dans la cloche, l'air était obligé de parcourir un deuxième tube, pareil à celui que je viens de décrire, et par lequel il se répandait dans l'atmosphère. Dans l'intérieur de chacun de ces tubes se trouvaient placés deux papiers ozonoscopiques à l'iodure de potassium amidonné, dont l'un dans la partie éclairée et l'autre dans la partie obscure. L'air, qui traversait l'appareil avec une vitesse de 20 litres à l'heure, était humide et contenait $\frac{1}{100}$ de son volume d'anhydride carbonique. Je maintenais l'appareil complétement exposé à la lumière directe du soleil pendant toute la durée de l'expérience. Le tube de verre recouvert, d'un côté, de papier noir, et laissé, de l'autre côté, dans les conditions ordinaires, fut, avant toute autre personne, imaginé par M. Cloëz et employé dans ses ingénieuses recherches. M. Cloëz, cependant, se servit, par suite des conditions spéciales dans lesquelles il opérait, d'un seul de ces tubes, établi dans les mêmes conditions, en le plaçant dans un appareil particulier, à la sortie du gaz dégagé des plantes aquatiques sous l'influence de la lumière.

» Dans les recherches faites avec l'appareil que je viens de décrire, je me trouvai dans des conditions différentes de celles dans lesquelles se trouva M. Cloëz; je crus pour cela opportun d'adapter deux tubes au lieu d'un seul, afin de mettre en comparaison la coloration des papiers placés dans le premier tube avec ceux du second, et tirer de là des conclusions beaucoup plus intéressantes.

» Dans le tableau suivant, j'ai placé les résultats obtenus dans mes observations, faites pendant des heures comprises entre 10 heures du matin et 4 heures du soir de chaque jour (1).

(1) Pour chaque sorte de plantes, j'ai fait deux expériences : dans la première, la partie éclairée des tubes précédait la partie noire ; dans la deuxième, *vice versâ*.

ÉPOQUE.	Durée des expériences.	ÉTAT DU CIEL.	NOMS DES PLANTES PLACÉES SOUS LA CLOCHE.	PREMIER TUBE. Partie éclairée.	PREMIER TUBE. Partie noire.	SECOND TUBE. Partie éclairée.	SECOND TUBE. Partie noire.
1871			**Plantes vivantes.**				
22 juillet..	1h	Sans nuages.	*Pelargonium hortulanorum*........	0,5	0,0	0,5	0,0
Id.	3	Id.	Id.	2,0	0,0	1,5	0,0
3 août...	3	Id.	*Pelargonium odoratissimum*.......	2,5	0,0	2,5	0,0
Id.	3	Id.	Id.	3,0	0,0	3,0	0,0
8 Id.	2	Peu de nuages.	*Thymus vulgaris*................	1,5	0,0	1,5	0,0
Id.	3	Id.	Id	3,0	0,0	3,0	0,0
10 Id.	3	Id.	*Dictamus albus*................	3,5	0,0	3,5	0,0
Id.	1	Id.	Id.	0,0	0,0	0,5	0,0
12 Id.	3	Id.	*Lactuca sativa*..................	2,0	0,0	2,0	0,0
Id.	3	Id.	Id.	3,0	0,0	3,0	0,0
19 Id.	3	Id.	Gazons avec *Triticum repens* et *Trifolium repens*..................	2,0	0,0	2,5	0,0
Id.	3	Id.	Id.	2,5	0,0	2,5	0,0
			Parties de plantes récemment coupées.				
21 Août.	1	Sans nuages.	Feuilles de *Lactuca sativa*........	1,0	0,0	1,0	0,0
Id.	2	Id.	Id.	1,0	0,0	1,5	0,0
27 Id.	2	Id.	Rameaux de *Salvia officinalis*.....	1,0	0,0	0,5	0,0
Id.	2	Id.	Id.	1,0	0,0	1,0	0,0
29 Id.	2	Peu de nuages.	Rameaux de *Juniperus virginiana*..	2,0	0,0	2,0	0,0
Id.	2	Sans nuages.	Id. ..	2,5	0,0	2,5	0,0
14 août...	3	Peu de nuages.	Feuilles d'*Acer platanoïdes*.......	1,5	0,0	2,0	0,0
1872	3	Id.	Id.	2,5	0,0	2,5	0,0

» L'examen des résultats d'expériences placés dans le tableau précédent conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La coloration des papiers placés dans la partie éclairée des tubes ne peut être produite par l'ozone que l'on pourrait admettre existant dans l'air qui traversa l'appareil ; car, dans ce cas, les papiers qui se trouvaient dans les parties des tubes recouverts de papier noir auraient dû être aussi impressionnés que les autres. L'inaltérabilité absolue des papiers placés dans la partie noire de chaque tube, tant si celle-ci suivait que si elle précédait la partie éclairée des tubes mêmes, donne une grande valeur à la conclusion maintenant formulée.

» 2° L'intensité de la coloration du papier éclairé du second tube placé à la sortie de l'air de l'appareil, correspondant, sauf quelques légères et peu importantes différences, tantôt négatives, tantôt positives, à l'intensité de la coloration présentée par le papier qui se trouvait dans la partie éclairée du premier tube placé à l'entrée de l'air dans l'appareil, exclut d'une manière

absolue l'opinion que l'activité chimique de l'air, prouvée par la coloration même, fût dépendante de l'ozone produit par les plantes ou parties de plantes placées dans la cloche. En effet, si l'air qui traversait l'appareil avait été chargé d'ozone, quand il se trouva en présence des parties vertes des plantes, outre qu'il aurait dû colorer le papier placé dans la partie noire du second tube, celui correspondant à la partie éclairée aurait dû présenter une coloration plus grande que celle du papier placé dans la partie éclairée du premier tube.

» 3° La présence de l'ozone, étant exclue par les considérations qui précèdent, l'inaltérabilité des papiers placés à l'abri de la lumière et l'altération présentée par ceux placés dans la partie éclairée des tubes, prouve la justesse de la manière de voir de M. Cloëz, qui attribue à l'action complexe et simultanée de l'oxygène humide et de la lumière solaire la coloration que reçoivent, dans plusieurs cas, les papiers à l'iodure amidonné, indépendamment de l'ozone.

» 4° Les expériences faites avec les plantes vivantes, ayant démontré d'une manière très-évidente que l'ozone n'est pas produit par les parties vertes des végétaux, donnent une valeur aussi aux résultats obtenus, en se servant de parties de plantes récemment coupées, car on n'ignore pas que la fonction chlorophyllique continue à avoir lieu même dans les parties vertes des plantes coupées, dont on obtient les mêmes produits que ceux des plantes vivantes. »

M. le général **Morin** appelle l'attention de l'Académie sur les travaux suivants, contenus dans le n° 22 du *Mémorial de l'Officier du Génie*, publié par le Comité des Fortifications, par ordre du Ministre de la Guerre.

« *Étude sur le casernement de la cavalerie*, par M. le capitaine *Grillon*. — L'auteur de cette étude, après avoir fait un résumé historique rapide des progrès successivement introduits depuis le XVIe siècle et Vauban, dans l'assiette des casernements affectés aux hommes et aux chevaux, fait connaître les améliorations graduelles qu'à partir de 1840 à 1843 le service du Génie a apportées dans les dispositions de ces établissements.

» Les bases générales admises aujourd'hui par le Comité des Fortifications pour les écuries sont aussi conformes aux principes de l'hygiène qu'aux conditions d'un bon service. Le logement des hommes doit y être séparé et indépendant des écuries. L'espace alloué à chaque cheval est de 50 à 55 mètres cubes, et l'espacement horizontal est

fixé à $1^m,45$ au minimum. Des dispositions convenables assurent le libre renouvellement de l'air, pour la circulation duquel les instructions ministérielles prescrivent l'ouverture permanente des portes et des fenêtres. Cet ensemble de mesures, relatives les unes à la construction, les autres au service journalier, ont pour objet et ont déjà eu pour effet de réduire à des chiffres insignifiants les pertes d'animaux, qui, vers 1840, ne s'élevaient pas à moins d'un sixième de l'effectif, pertes dont un tiers environ provenait de la morve.

» Dans ce même numéro, M. le commandant *Peaucellier* développe des considérations très-intéressantes sur l'emploi du planimètre polaire de M. *Amsler*, pour la mesure des surfaces, et insiste, avec raison, sur l'utilité dont cet appareil peut être pour le service du Génie et pour tous les travaux de topographie. Aujourd'hui que la question d'une reprise des opérations cadastrales est à l'ordre du jour et que l'on se préoccupe, avec raison, de la dépense considérable à laquelle elle pourrait donner lieu, il est important d'insister sur l'économie et la rapidité que des instruments de ce genre pourraient permettre d'apporter à ce travail.

» M. le capitaine *Richard* rend compte des expériences nombreuses qui ont été faites en 1869 à l'école régimentaire d'Arras sur l'emploi des appareils magnéto-électriques appelés pyrothèques, pour la communication du feu aux mines militaires. Cet important travail est terminé par une instruction sur la fabrication des amorces et par des considérations théoriques sur ces accessoires du service du mineur.

» Dans une Note sur les ponts-levis à contre-poids constant avec courbe spirale de M. le colonel Devèze, M. le commandant *Barisien* passe en revue la plupart des systèmes en usage et donne une méthode pour le réglage direct des conditions de leur équilibre.

» Ce volume contient aussi la description d'un nouvel organe mécanique, destiné à la transformation du mouvement circulaire alternatif en mouvement rectiligne alternatif, proposé par M. le commandant *Poulain*.

» Dans un Mémoire sur les applications de la photographie aux arts militaires, M. le capitaine *Javary* montre l'importance des services qu'on peut en attendre au double point de vue de la confection des plans et de la multiplication des cartes. Ce travail est le développement et l'application des principes posés par M. le colonel Laussedat. Le seul énoncé d'un certain nombre de levers exécutés par ces procédés suffira pour montrer la fécondité de leurs applications.

En 1864. — Lever de toute la fortification de la place et de la citadelle de Grenoble, avec courbes de niveau équidistantes de 5 mètres.

En 1865. — Reconnaissance militaire des forts de l'Est à Paris, sur un développement de 13907 mètres.

En 1866. — Lever de Faverges, terrain très-tourmenté avec courbes de niveau sur une étendue de 12000 hectares. Reconnaissance militaire de Belfort.

En 1867. — Lever de Langres sur une superficie de 5600 hectares. Lever de Sainte-Marie-aux-Mines sur une superficie de 4500 hectares. Lever du Bonhomme (Vosges) sur une superficie de 3500 hectares.

En 1868. — Levers des Vosges et d'une partie de l'Alsace sur un développement de 52 kilomètres et 8 à 10 de largeur moyenne.

» L'ensemble de ces études d'essai ne comprend pas moins de 75000 hectares des terrains les plus variés, et montre que le procédé, dont les principes ont été posés par M. le colonel Laussedat, s'applique à toutes les opérations de levers et de reconnaissances militaires qu'il peut être utile de faire pour la guerre.

» Le n° 22 du *Mémorial de l'Officier du Génie* est terminé par la première partie d'un second Mémoire de M. le capitaine *Fritsch* sur les dynamites, faisant suite à celui qui a été inséré au n° 20, et qui sera complété dans le numéro 23, actuellement sous presse. »

M. le baron Larrey soumet à l'attention de l'Académie un « Rapport adressé à M. le ministre de l'Intérieur (de Belgique), sur la situation de l'enseignement de la gymnastique en Hollande, en Allemagne et dans les pays du nord, par MM. *Braun*, *Brouwers*, et le capitaine *Docx* ».

« La *gymnastique scolaire à l'étranger*, dit M. Larrey, marque un progrès sensible, comme le témoigne la mission des délégués du gouvernement belge. Le but précis de leurs recherches était déterminé par une série de questions précises qui, en facilitant leur tâche, l'ont rendue plus applicable à la Belgique.

» Nous l'utiliserons aussi pour l'enseignement de la gymnastique en France, où elle fait de notables progrès, depuis quelques années, depuis surtout la fin de la guerre, dont elle contribuera, espérons-le, à réparer les désastres, par une large extension des exercices les plus propres à développer la force physique au profit de la force morale. Qu'il me soit permis de le dire, comme vice-président de la Commission de gymnastique des lycées, dont la présidence appartient au ministre de l'Instruction publique : cette Commission, instituée par M. Victor Duruy, dès les premiers temps de son ministère, n'a cessé de fonctionner activement jusqu'à ce jour, en joignant à ses attributions la surveillance de l'exercice du fusil pour les élèves des classes supérieures.

» La première partie du Rapport belge expose les principales questions de la gymnastique en Hollande, en Danemark, en Suède, en Prusse, en Saxe, et dans les grands-duchés de Bade et de Hesse.

» La deuxième partie comprend la discussion des systèmes en vigueur, le parallèle entre les exercices libres et les exercices à instruments et l'emploi des appareils préférables.

» La troisième partie présente un projet de guides officiels pour la gymnastique scolaire en Belgique, soit pour les deux sexes de la première enfance, soit pour la seconde enfance et l'adolescence, chez les jeunes garçons et les jeunes filles.

» La quatrième partie développe la proposition relative à l'organisation de la gymnastique en Belgique, soit pour les écoles primaires et les écoles moyennes, soit pour les écoles normales de l'État et les écoles normales subventionnées, ainsi que pour les inspections de ces écoles, et les examens des professeurs, d'après un modèle de programme approprié.

» La cinquième partie enfin analyse les guides des pays étrangers, pour l'instruction de la gymnastique à tous les degrés, dans les écoles, et se termine par la description critique des instruments spéciaux, avec une note sur l'inutilité ou sur le danger de certains appareils.

» Divers plans et tableaux des exercices de tout genre complètent cet intéressant Rapport sur la *gymnastique scolaire à l'étranger*. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de présenter à l'Académie une liste de candidats pour la chaire d'Embryogénie comparée, vacante au Collége de France, Commission constituée par les trois Sections réunies d'Anatomie et Zoologie, de Botanique, et de Médecine et Chirurgie, propose, à l'unanimité, le classement suivant :

En première ligne. . . . . . . M. **Balbiani**.
En deuxième ligne. . . . . . . M. **Gerbe**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1874.

Actes de la Société d'Ethnographie; janvier et février 1874; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; janvier 1874; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; décembre 1873; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; t. XVIII, liv. 7, 1873; t. XIX, liv. 1, 2, 3, 1874; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; liv. 6, 7, 1873; in-4°.

Annales du Génie civil; janvier 1874; in-8°.

Annales industrielles; nos 1 à 5, 1874; in-4°.

Annales médico-psychologiques; janvier 1874; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 4, 11, 18 janvier 1874; in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; Rome, 6 juillet 1873; in-4°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; 15 janvier 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 11, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 11, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; 3e série, nos 1, 2, 1874; in-4°.

Bulletin de la Société de Géographie; décembre 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; janvier 1874; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; octobre à décembre 1873; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; nos 18, 19, 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; Bulletin récapitulatif 1872, janvier 1873; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 31 janvier 1874; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; novembre, 23 à 29; décembre 1 à 23, 25 à 31, 1873; janvier 1, 3 à 9, 11, 13 à 18, 20 à 30, 1873; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 2, 1874; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 4, 1874; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; nos 11 et 12, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio di Palermo; t. IX, nos 1 à 6, 1874; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 100 à 104, 1874; in-4°.

Gazette de Joulin; nos 7 et 8, 1874; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; nos 1 à 10, 12 à 15, 1874; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 1 à 5, 1874; in-4°.

Iron; nos 51 à 55, 1874; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; novembre et décembre 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1874; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 1 à 5, 1874; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 247 à 251, 1874; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 1 à 3, 1874; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; janvier 1874; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; janvier 1874; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 31 décembre 1873, 15 et 30 janvier 1874; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 38 à 42, 1874; in-folio.

Journal de Zoologie; n° 6, 1874; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; janvier 1874; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 28 à 30, 1873; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 1 à 5, 1874; in-4°.

La Nature; nos 31 à 35, 1874; in-8°.

La Revue scientifique; nos 27 à 31, 1874; in-4°.

La Tempérance; n° 4, 1874; in-8°.

La Tribune médicale; nos 281 à 284, 1874; in-4°.

L'Aéronaute; janvier 1874; in-8°.

L'Art dentaire; janvier 1874; in-8°.

L'Art médical; janvier 1874; in-8°.

Le Gaz; n° 7, 1874; in-4°.

Le Messager agricole; n° 12, 1874; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 1, 2, 1874; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 1 à 5, 1874; in-4°.

Les Mondes; nos des 1, 8, 15, 22, 29 janvier 1873; in-8°.

Le Progrès médical; nos 1 à 5, 1874; in-4°.

Le Rucher du sud-ouest; nos 11 et 12, 1873; n° 1, 1874; in-8°.

Magasin pittoresque; janvier 1874; in-8°.

Marseille médical; n° 12, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; t. IV, liv. 7, 8, 9, 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; n° 1, 1874; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres,* décembre 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; settembre 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; septembre, octobre, novembre 1873; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Göttingue;* nos 25 à 30, 1873; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1874; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n° 24, 1873, nos 1, 2, 1874; in-8°.

Revue bibliographique universelle; janvier 1874; in-8°.

Revue des Sciences naturelles; 15 décembre 1873; in-8°.

Revue médicale de l'Est; t. I, nos 1, 2.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 46 à 49, 1873; nos 1 à 3, 1874; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; janvier 1874; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 1, 2, 3, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; janvier 1874; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; janvier 1874; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, novembre et décembre 1873; in-4°.

Revista de Portugal e Brazil; décembre 1873, janvier 1874; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 16, 1873; n° 1, 1874; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; nos 1, 2, 1874; in-4°.

The american Journal of Sciences and Arts; t. VII, n° 37, 1873; in-8°.

The Canadian patent Office record; nos 7, 8, 1873; in-4°.

The Food Journal; janvier 1874; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 FÉVRIER 1874.

Annuaire pour l'an 1874, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-18, avec planches. (Présenté par M. Mathieu.)

Rapport verbal sur l'Exposition universelle de Vienne, présenté à l'Académie des Sciences morales et politiques par M. WOLOWSKI. Paris, Guillaumin, 1873; br. in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

Dans l'extrait du Mémoire présenté par MM. Becquerel à l'Académie, dans la séance du 19 janvier dernier, sur la température au-dessous du sol, se trouvent quatre tableaux d'observations, pages 158, 159 et 160, renfermant des erreurs de copiste qui ont exigé qu'on les remplaçât par les tableaux suivants :

TABLEAU I. — *Extrait des observations du mois de décembre 1871.*

		Sol gazonné couvert de neige.					Sol dénudé couvert en partie de neige.					Temp. moy. du jour.
	Dates.	à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
6 heures matin.	8	0,70	1,10	1,60	2,10	3,50	−0,65	−0,45	0,15	0,60	2,40	− 8,0
	9	0,60	1,00	1,50	2,10	3,45	−1,70	−1,00	−0,05	0,50	2,35	−14,5
	10	0,60	1,00	1,50	2,10	3,35	−1,70	−1,30	−0,25	0,35	2,25	−11,7
	11	0,65	1,00	1,45	2,00	3,25	−0,90	−0,70	−0,20	0,30	2,20	− 3,1
	12	0,70	1,95	1,45	1,95	3,20	−0,50	−0,40	−0,15	0,30	2,10	− 1,5
	13	0,65	1,00	1,56	1,90	3,10	−0,50	−0,40	0,10	0,30	1,95	− 2,0
	Moy.	0,65	1,17	1,51	2,02	3,31	−0,99	−0,71	−0,07	0,39	2,20	− 6,8
3 heures soir.	8	0,70	1,00	1,50	2,10	3,50	−1,10	−0,65	0,00	0,55	2,35	− 8,0
	9	0,65	1,00	1,50	2,10	3,40	−1,80	−1,20	−0,10	0,45	2,20	−14,5
	10	0,60	1,00	1,40	2,19	3,25	−1,20	−0,95	−0,40	0,20	2,25	−11,7
	11	0,65	1,00	1,40	1,95	3,20	−0,70	−0,60	−0,30	0,30	2,20	− 3,1
	12	0,75	1,00	1,45	1,90	3,10	−0,50	−0,50	−0,20	0,30	2,00	− 1,5
	13	0,70	0,90	1,40	1,85	3,10	−0,40	−0,30	−0,20	0,30	2,00	− 1,5
	Moy.	0,68	1,00	1,44	2,00	3,26	−0,95	−0,70	−0,20	0,35	2,16	− 6,8

» Moyennes des observations faites du 8 au 13 décembre 1871 :

TABLEAU II. — *Moyennes des observations du 8 au 13 décembre 1871.*

Sol gazonné.					Sol dénudé.					Temp. moy. de l'air.
à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	
Température à 6 heures du matin.										
° 0,65	° 1,17	° 1,50	° 2,02	° 3,31	° −0,99	° −0,71	° −0,07	° −0,38	° 2,20	° −6,78
Température à 3 heures du soir.										
0,68	1,00	1,44	2,00	3,26	−0,95	−0,70	−0,20	−0,35	2,16	

Tableau III. — *Extrait des observations de juillet 1872.*

	Dates.	Sol gazonné. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Sol dénudé. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Temp. moy. du jour.
6 heures du matin.	18	18°,85	19°,50	19°,90	19°,95	19°,90	16°,35	16°,90	17°,95	18°,60	18°,80	16°,95
	19	18,40	19,20	19,90	10,85	19,80	14,85	16,00	17,80	18,55	18,70	17,00
	20	19,80	20,45	20,60	20,40	19,75	17,90	19,00	20,25	20,35	18,95	20,70
	21	20,80	21,35	21,40	21,05	19,90	19,80	21,00	22,30	22,05	19,70	22,70
	22	21,60	22,15	22,00	21,00	20,30	20,50	21,60	22,80	22,70	20,55	24,30
	23	22,80	23,15	22,80	22,10	20,50	22,85	23,60	24,40	24,00	21,20	26,60
	24	22,95	23,10	23,00	22,60	21,00	22,50	23,15	24,00	23,95	21,80	26,20
	25	23,20	23,40	23,30	22,80	21,20	22,90	23,75	24,60	24,40	22,10	25,50
	26	23,50	23,60	23,50	23,10	21,45	24,00	25,00	26,05	25,70	22,70	26,65
	27	23,55	23,55	23,60	23,30	21,60	22,50	24,00	25,45	26,00	23,15	25,25
	28	22,20	22,30	22,80	22,85	21,60	20,65	22,30	24,30	25,40	23,00	23,15
	29	22,25	22,80	23,00	22,75	21,85	20,50	21,60	23,45	24,05	23,10	21,85
	30	21,90	22,40	22,60	22,45	21,90	19,50	20,45	21,90	22,60	22,50	21,10
	31	22,90	22,10	22,45	22,45	21,90	20,00	21,10	22,45	23,15	22,10	21,15
	Moy.	21,76	22,07	22,20	21,26	20,90	20,34	21,43	22,70	22,90	21,33	22,80
3 heures du soir.	18	20,80	20,10	19,80	19,80	19,85	23,40	21,00	18,95	18,45	18,70	16,85
	19	22,10	20,85	19,90	19,75	19,75	28,50	24,60	20,50	18,90	18,60	17,30
	20	23,80	22,30	20,70	20,30	19,85	32,65	28,50	25,25	20,65	19,10	20,70
	21	24,60	22,95	21,45	20,90	20,00	30,10	27,30	23,70	21,90	19,90	22,70
	22	25,35	23,70	22,20	21,60	20,35	32,90	29,10	24,80	22,80	20,65	24,30
	23	25,00	24,05	22,80	22,15	20,70	29,35	28,10	25,70	23,90	21,35	26,60
	24	25,20	24,10	23,00	22,60	21,10	32,20	29,05	25,40	23,75	21,90	26,20
	25	25,90	24,75	23,30	22,75	21,30	35,90	31,90	26,95	24,65	22,25	25,50
	26	25,70	24,70	23,50	23,00	21,50	34,90	31,30	27,40	25,40	22,90	26,65
	27	25,70	24,60	23,60	23,10	21,80	34,90	30,70	26,60	25,05	23,20	25,25
	28	23,75	23,00	22,70	22,65	21,90	29,00	26,35	24,50	24,10	23,25	23,15
	29	23,30	23,00	22,75	22,70	21,90	26,00	24,80	23,70	23,30	22,85	21,85
	30	23,80	23,20	22,60	22,35	21,90	29,50	26,90	23,85	22,70	22,35	21,10
	31	23,05	22,45	22,30	22,10	21,85	28,20	25,35	23,05	22,55	22,10	21,15
	Moy.	24,14	23,12	22,18	21,84	20,98	30,52	27,49	24,30	22,70	21,35	22,80

Tableau IV. — *Températures moyennes du 18 au 31 juillet 1872.*

Sol gazonné. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Sol dénudé. à 0m,05 de prof.	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	Temp. moy. de l'air.
Température à 6 heures du matin.										
21°,76	22°,07	22°,20	21°,26	20°,90	20°,34	21°,43	22°,70	22°,90	21°,35	22°,80
Température à 3 heures du soir.										
24,14	23,12	22,18	21,84	20,98	30,52	27,49	24,30	22,70	21,31	

Observations météorologiq. faites à l'Observatoire de Montsouris. — Janv. 1874.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Thermomètres du pavillon. Minima.	Maxima.	Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à $0^{m},02$.	à $0^{m},10$.	à $0^{m},30$.	à $1^{m},00$.	Thermomètres conjugués dans le vide (T'—t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
1	762,3	1,1	8,9	5,0	0,9	8,7	4,8	2,5	3,1	3,5	3,4	6,0	3,3	5,6	89	»	7,5
2	760,4	0,6	6,1	3,4	0,8	6,2	3,5	1,8	3,8	3,9	3,6	5,9	0,8	5,7	92	»	13,0
3	746,4	3,0	8,0	5,5	3,1	7,9	5,5	3,9	3,9	4,3	4,1	5,9	0,5	5,3	82	»	16,0
4	749,4	1,5	6,9	4,2	1,5	7,1	4,3	2,0	3,0	3,7	4,0	5,9	2,4	4,4	74	»	17,0
5	757,7	0,7	6,7	3,7	0,8	6,6	3,7	1,3	2,0	2,9	3,5	5,9	4,2	4,2	76	»	11,5
6	767,5	-3,1	4,3	0,6	-3,1	4,6	0,8	-1,4	0,5	1,7	2,8	5,9	4,0	4,2	87	»	0,5
7	763,0	-2,9	0,4	-1,3	-2,9	1,0	-1,0	-2,8	-0,2	1,2	2,3	5,8	1,3	3,7	90	»	0,5
8	757,2	-3,6	2,2	-0,7	-3,6	2,1	-0,8	-2,7	0,0	1,0	2,0	5,5	2,5	3,7	81	»	4,0
9	756,9	-2,1	6,1	2,0	-2,2	5,9	1,9	0,4	0,2	1,0	1,8	5,4	4,0	4,4	88	»	11,0
10	759,7	-1,3	5,6	2,2	-1,2	6,2	2,5	0,7	0,5	1,1	1,7	5,2	2,3	4,6	94	»	0,0
11	758,6	-1,9	(a)	-0,4	-1,9	(a)	-0,3	-2,8	0,9	1,3	1,8	5,0	0,7	4,4	98	»	2,0
12	756,7	(a)	5,7	3,7	(a)	5,9	3,7	1,4	2,9	2,7	2,2	4,9	1,3	5,8	97	»	3,5
13	760,0	3,8	7,9	5,9	3,8	8,3	6,1	4,0	5,3	4,6	3,2	4,9	1,4	7,0	95	»	6,0
14	759,3	6,9	9,6	8,3	7,0	10,0	8,5	6,4	6,8	6,2	4,5	5,0	0,8	7,4	90	»	11,5
15	758,3	4,4	7,3	5,9	4,4	7,4	5,9	3,6	4,8	5,4	5,0	5,2	1,1	5,9	92	»	10,5
16	748,0	0,1	10,9	5,5	0,0	10,8	5,4	3,2	5,1	5,0	4,6	5,5	4,1	6,1	83	»	12,5
17	747,6	2,9	6,8	4,9	2,9	6,9	4,9	2,8	3,1	4,2	4,6	5,6	1,2	4,7	85	»	8,5
18	755,4	-0,9	5,5	2,7	-1,1	6,1	2,5	0,6	2,8	3,2	3,6	5,7	2,7	5,3	91	»	»
19	751,0	3,7	12,9	8,3	3,8	13,1	8,5	6,3	8,2	6,7	4,6	5,7	0,6	8,6	92	»	»
20	756,2	9,5	12,5	11,0	9,3	12,5	10,9	9,1	9,0	8,3	6,3	5,7	1,1	8,3	85	»	»
21	761,6	8,1	11,4	9,8	8,1	12,1	10,1	7,9	8,1	8,2	7,2	6,0	1,5	7,5	87	»	5,5
22	766,0	3,9	12,7	8,3	4,1	11,9	8,0	5,6	6,5	6,8	6,6	6,3	4,1	7,1	94	»	1,5
23	765,2	4,3	10,0	7,2	4,4	10,1	7,3	4,5	6,7	7,0	6,5	6,5	1,2	6,7	87	»	11,0
24	763,1	6,5	11,6	9,1	6,6	11,3	9,0	6,0	6,7	7,0	6,5	6,6	2,4	6,2	78	»	11,5
25	768,3	1,4	5,5	3,5	1,5	5,8	3,7	0,6	3,4	4,6	5,7	6,7	3,3	3,9	72	»	2,5
26	770,0	-2,0	7,2	2,6	-1,7	7,9	3,1	0,0	2,7	3,4	4,4	6,7	5,5	4,4	75	»	2,5
27	766,8	2,3	12,0	7,2	2,4	11,8	7,1	3,6	5,3	5,2	4,8	6,6	2,3	6,4	85	»	5,0
28	768,3	2,8	8,2	5,5	2,8	8,6	5,7	2,6	4,5	4,9	4,9	6,4	2,3	5,4	81	»	0,0
29	766,6	3,1	5,6	4,4	3,2	6,1	4,9	1,8	4,4	4,8	4,8	6,4	0,7	5,3	82	»	0,0
30	765,0	4,1	7,1	5,6	4,1	7,2	5,7	2,5	4,6	5,0	4,9	6,4	0,6	5,4	83	»	0,5
31	768,0	-0,7	7,3	3,3	-0,5	7,3	3,4	0,1	2,8	3,7	4,4	6,3	3,1	4,5	86		0,0
Moy.	760,0	1,8	7,5	4,7	1,8	7,7	4,7	2,3	3,9	4,3	4,2	5,9	2,2	»	91	»	»

(a) La marche de la température ayant été continuellement ascendante, la moyenne a été déduite des quatre observations faites à intervalles égaux.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Janv. 1874.

Dates.	Magnétisme terrestre.			Pluie.		Évaporation.	Vents.			Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
	Déclinaison moyenne.	Inclinaison.	Intensité.	à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.		Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.		
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1		65.26,6	»	0,1	0,3	0,4	SO	2,5	»	4	Brouil. épais le mat. et vers min.
2		24,9	»	3,8	3,2	0,2	SSO	17,1	SSO	10	Pluvieux tout le jour.
3		24,6	»	15,1	13,7	2,2	SSO	20,6	SSO	6	Temps de bourr. et pluies.
4		24,9	»	0,3	0,3	2,4	OSO	16,7	OSO	7	Quelques bourr. le mat., pluv.
5		23,5	»	0,2	0,2	1,3	OSO	9,0	O	3	Gouttes de pluie, temps var.
6		21,2	»	»	»	0,7	S	1,7	»	3	Givre matin et soir.
7		19,4	»	»	»	0,6	SSE	2,7	»	10	Brouillard dans la matinée.
8		19,4	»	»	»	0,9	SE	5,1	O	6	»
9		20,2	»	»	»	0,6	SE	3,8	»	3	»
10		20,3	»	»	»	0,5	SE	0,9	SSO	7	Givre le matin, brouil. le soir.
11		19,9	»	0,0	0,0	0,5	SE	2,4	»	10	Brouillard persistant. Verglas.
12		22,1	»	0,2	0,2	0,2	SSO	5,5	ONO	10	Pluie faible dans la soirée.
13		24,0	»	1,1	0,9	0,4	SSO	5,1	O	10	Pluie fine et rare le matin.
14		25,0	»	0,2	0,1	0,3	SO	9,3	OSO	10	Lueur auror. bien marq. le s.
15		22,3	»	0,0	0,0	1,0	S	10,1	SO	10	Gouttes de pluie fine le matin.
16		22,6	»	0,2	0,1	2,3	SSO	10,3	SSO	6	Lueur bien marquée le soir.
17		20,7	»	0,5	0,5	1,4	SO-NO	8,6	SO-ONO	5	Rosée, puis gelée blanche le s.
18		19,9	»	1,3	1,2	2,0	SSO	12,5	ONO	9	Gelée blanche le mat. Pluie le s.
19		23,4	»	0,3	0,4	1,4	SSO	13,8	SSO	9	Matinée pluvieuse.
20		24,3	»	0,1	0,1	1,6	SO	13,5	SO	9	Pluie fine vers le milieu du jour.
21		23,6	»	1,0	0,8	0,7	SO-NO	1,8	variable.	8	Pluie faible avant l'aurore.
22		21,6	»	»	»	0,7	SE	1,2	SE	8	»
23		20,6	»	0,3	0,1	0,9	SO	6,2	OSO	10	Gouttes de pluie le soir.
24		21,1	»	1,0	0,8	2,3	SO-NNO	11,1	SO-NO	9	Un peu de pluie le s. le vent tourn. au N.
25		20,5	»	»	»	2,5	N	8,4	N	3	Ciel serein le soir.
26		25,9	»	»	»	2,1	SO	2,5	SE-OSO	4	Givre le matin.
27		33,7	»	0,2	0,2	2,0	SO-N	6,1	N	5	Matinée pluvieuse.
28		32,9	»	»	»	1,7	variable.	5,9	N	8	Faible rosée matin et soir.
29		33,3	»	»	»	0,9	S	1,0	variable.	10	»
30		33,8	»	0,0	0,0	1,4	NNO	5,3	N	7	Pluie très-fine et froide le mat.
31		32,6	»	»	»	»	variable.	2,5	N	5	Givre le matin, brouil. le soir.
Moyen. ou totaux.		65.24,0	»	25,9	23,1	36,1		7,1		7,2	

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — JANV. 1874.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	759,87	760,39	760,02	759,55	759,99	760,38	760,40	760,07 (1)
Pression de l'air sec	754,56	755,03	754,20	753,70	754,31	754,97	755,01	754,52 (1)
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin) (*a*)	3,03	3,41	6,21	6,84	5,33	4,03	3,49	4,52 (1)
» (pavillon)	3,03	3,58	6,18	6,84	5,30	4,13	3,52	4,51 (1)
Thermomètre à alcool incolore	2,87	3,32	5,78	6,44	5,05	3,94	3,41	4,28 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	2,54	7,51	15,14	11,14	4,86	»	»	8,24 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	2,46	4,75	9,93	8,37	4,77	»	»	6,06 (2)
Excès (T' — *t*)	0,08	2,76	5,21	2,77	0,09	»	»	2,18 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr.	3,33	3,36	4,34	4,87	4,40	4,00	3,64	3,93 (1)
» 0m,10 »	4,01	3,88	4,13	4,62	4,69	4,54	4,28	4,28 (1)
» 0m,20 »	4,53	4,48	4,42	4,55	4,73	4,77	4,71	4,60 (1)
» 0m,30 »	4,23	4,14	4,09	4,10	4,20	4,27	4,27	4,20 (1)
» 1m,00 »	5,86	5,85	5,86	5,86	5,86	5,86	5,87	5,86 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	5,31	5,36	5,82	5,85	5,68	5,41	5,39	5,55 (1)
État hygrométrique en centièmes	90,8	88,2	80,5	77,4	93,0	96,5	99,2	90,9 (1)
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	9,9	3,6	2,8	0,8	2,0	2,7	1,3	t. 23,1
» (à 0m,10 du sol)	11,1	3,9	3,1	0,9	2,4	3,0	1,5	t. 25,9
Évaporation totale en millimètres	»	»	»	»	»	»	»	»
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	6,2	6,7	7,8	9,2	8,3	6,9	6,2	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	1,65	1,20	0,93	0,27	0,67	0,90	0,43	»
Évaporation moyenne par heure	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique 65° +	23',6	24',1	24',9	25',7	24',9	24',2	23',9	24',3 (1)
Déclinaison magnétique	»	»	»	»	»	»	»	»
Tempér. moy. des maxima et minima (parc)								4°,7
» » (pavillon du parc)								4,7
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie)								4,9

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 6 heures et 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

(*a*) *Température moyenne diurne calculée par pentades :*

1874, Janvier : 1 à 5 = 3°,98; 6 à 10 = 0°,25; 11 à 15 = 4°,62

» 16 à 20 = 6°,74; 21 à 25 = 6°,88; 26 à 30 = 5°,13

N° 5.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 Février 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 5.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

M. Beauregard

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 6 (9 Février 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 FÉVRIER 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *P. Gervais*, pour remplir la place laissée vacante, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, par le décès de M. *Coste*.

Il est donné lecture de ce Décret. Sur l'invitation de M. le Président, M. **P. Gervais** prend place parmi ses confrères.

BALISTIQUE. — *Étude expérimentale sur la balistique intérieure;* par M. le général **Morin**.

« *Détermination des efforts moteurs exercés aux différents points du parcours d'un projectile dans l'âme d'une bouche à feu.* — La question que je me propose de résoudre dans cette Note a été, dans ces dernières années, et est encore étudiée par les savants et les artilleurs de divers pays à l'aide d'appareils et d'instruments ingénieux, qui ont fourni des mesures plus ou moins approximatives des efforts cherchés.

» Mais il m'a semblé que, à l'aide de procédés graphiques plus simples et d'une application plus sûre que ceux qui ont été employés jusqu'ici, les

résultats des expériences comparatives que la Commission du pyroxyle avait exécutées en 1846 et 1847 pouvaient conduire à des appréciations exemptes de toute hypothèse et d'une exactitude suffisante pour la pratique. A l'époque de 1849, où je fus chargé de faire le résumé de ces recherches pour le service de l'Artillerie, je n'avais pas encore entrevu la solution que je crois pouvoir indiquer aujourd'hui. Je ne citerai de ces expériences que les résultats qui se rapportent à la question que je veux traiter ici : il s'agissait alors de comparer les effets du tir de la poudre et du pyroxyle de coton dans les fusils et dans les canons, sous le rapport de la balistique extérieure et sous celui de la conservation des bouches à feu.

» Dans ce but, des expériences ont été exécutées par deux Sous-Commissions distinctes, dont les résultats se contrôlaient réciproquement, et l'on a déterminé les vitesses communiquées à des balles d'un même poids de $28^{gr},8$ du calibre de 17 millimètres, tirées comparativement avec des charges de 8 grammes de poudre ou de $2^{gr},86$ de pyroxyle dans des canons de fusil de dix longueurs différentes qui sont exprimées :

En multiples du calibre, par...	64	49	38	29	22	16	11	7	5	4
En millimètres, par..........	1083	833	646	493	374	272	187	119	85	68

» En divisant la moitié de la force vive imprimée dans chaque cas au projectile par la longueur de l'espace parcouru, on a pu obtenir la valeur de l'effort moteur moyen exercé sur le projectile dans le parcours et former le tableau suivant des résultats de l'observation et du calcul :

Longueurs d'âme		Vitesses communiquées		Forces vives communiquées		Effort moteur moyen exercé sur le projectile	
Totales.	parcourues par la balle.	par 8 grammes de poudre..	par $2^{gr},86$ de pyroxyle.	par la poudre.	par le pyroxyle.	par les gaz de la poudre.	par les gaz du pyroxyle.
m	m	m	m			kg	kg
1,083	1,035	376,72	376,59	416,4	416,4	201,2	201,2
0,833	0,785	376,18	387,33	415,2	440,5	264,5	280,6
0,646	0,598	349,53	379,62	359,0	424,1	300,2	353,8
0,493	0,445	316,87	358,52	294,6	377,4	331,2	424,7
0,374	0,326	286,07	360,38	240,2	381,3	368,3	584,3
0,272	0,224	261,20	326,51	200,2	313,0	446,8	698,7
0,187	0,139	220,96	294,38	143,1	254,4	515,3	915,2
0,119	0,071	161,65	250,54	76,7	184,3	539,9	1297,9
0,085	0,037	115,27	175,94	39,0	90,8	526,9	1228,3
0,068	0,020	89,33	119,23	23,4	41,7	585,3	1043,5

» Mais, dans la discussion des résultats de ces expériences, je n'ai pas manqué de faire remarquer, ce qui était évident du reste, que la valeur

moyenne des efforts moteurs ainsi déterminés était d'autant plus inférieure à l'effort maximum, que le canon était plus long par rapport à la charge.

» Il n'est pas inutile d'ajouter qu'elle est aussi, à l'inverse, supérieure à la valeur de l'effort minimum correspondant au moment où le projectile sort de l'âme.

» Des expériences analogues à celles de la Commission du pyroxyle ont été exécutées en 1869, à Meudon, par M. le colonel de Reffye sur des canons du calibre de 70 millimètres, de sept longueurs différentes, se chargeant par la culasse et lançant des obus du poids de $3^{kg},860$. Le but spécial de ces expériences était de comparer les effets de diverses poudres à employer pour obtenir de grandes vitesses pour les projectiles des bouches à feu étudiées.

» Les résultats de ces recherches ont été discutés et interprétés d'une manière remarquable par M. le commandant d'Artillerie Pothier (1) à l'aide de procédés graphiques qu'il m'a paru possible de remplacer par d'autres d'une exécution plus facile et qui permettent en même temps de résoudre plus complétement la question du mouvement des projectiles dans les bouches à feu, pour en étudier les diverses circonstances.

» Je me borne dans cette Note à appliquer la méthode que je propose aux expériences de 1846, parce que, étant relatives à des matières explosives très-différentes, elles sont de nature à jeter du jour sur les énormes écarts que présente leur mode d'action dans les bouches à feu et à préserver ceux qui s'occupent de ces questions de certaines exagérations qui tendent à se reproduire aujourd'hui malgré l'expérience acquise il y a près de trente ans.

» Représentons les résultats du tir dans des canons de différentes longueurs, et pour chacune des substances étudiées, par des courbes dont les abscisses soient les longueurs d'âme parcourues par le projectile, et dont les ordonnées soient la demi-force vive ou le travail mécanique produit sur le projectile.

» On remarquera que l'inclinaison de la tangente aux courbes ainsi construites en un point quelconque, dont l'abscisse est E et l'ordonnée $\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}\frac{P}{g}V^2$, aura pour expression correspondant à cet élément de parcours $\frac{P}{g}\frac{V\,dV}{dE} = \frac{P}{g}\frac{dV}{dt}$, attendu que $V = \frac{dE}{dt}$, ce qui donne la valeur de l'effort

(1) *Mémoire sur la Balistique intérieure des bouches à feu;* par M. E. Pothier, chef d'escadrons d'Artillerie. Paris, décembre, 1871.

moteur exercé sur le projectile, effort qui est la résultante de la pression développée en arrière par les gaz, et en avant en sens contraire par les résistances provenant du forcement, du frottement et du déplacement de l'air.

» *Détermination des efforts moteurs du projectile.* — Pour appliquer d'abord ces considérations à la détermination des efforts moteurs développés aux différentes positions du projectile dans l'âme d'une bouche à feu, il suffirait donc de pouvoir obtenir, avec une exactitude au moins convenable pour les applications, l'inclinaison de la tangente à la courbe dont nous avons indiqué la construction; mais de simples tracés à la règle, pour déterminer les tangentes ou les normales en un point donné, sont assez délicats à exécuter et donneraient lieu, sur les dessins, à une confusion de lignes.

» Les courbes qui ont pour abscisses les espaces E parcourus par le projectile, et pour ordonnées les valeurs de $\frac{1}{2}\frac{P}{g}V^2$ de l'effet utile produit par les gaz, ont été construites à grande échelle, savoir :

» Les abscisses de grandeur naturelle;

» Les ordonnées à raison de $0^m,0015$ pour 1 kilogrammètre.

» On en a ensuite relié les points avec le soin convenable, au moyen de règles flexibles, de manière à représenter graphiquement la loi étudiée.

» Ensuite, de centimètre en centimètre jusqu'à 300, puis de $0^m,05$ en $0^m,05$ jusqu'à 1 mètre, on a élevé, sur la ligne des abscisses, des perpendiculaires dont la rencontre avec les courbes a donné la valeur correspondante du travail moteur à l'échelle de cette courbe.

» Tous ces points de rencontre étant déterminés, on a pu ensuite considérer la courbe comme remplacée par un polygone d'un grand nombre de côtés qui, par exemple, dans nos calculs s'élevait à quarante-cinq, et pourrait, au besoin, être encore plus grand.

» Les résultats de ces calculs, appliqués à la poudre de guerre et au pyroxyle, sont consignés dans le tableau ci-contre.

» *Observation.* — Il est important de faire remarquer que les efforts moteurs, définis précédemment et déterminés par la méthode que l'on vient d'indiquer, sont toujours inférieurs aux efforts réels des gaz; mais les conclusions que l'on tirera de la discussion seront *a fortiori* applicables pour l'appréciation comparative des efforts destructeurs exercés dans les bouches à feu pour les poudres comparées.

Tableau des efforts moteurs exercés aux différents points du parcours des balles dans l'âme des canons de fusil par la poudre et par le pyroxyle.

LONGUEURS d'âme parcourues par le projectile.	EFFORTS MOTEURS correspondants déduits des résultats du tir exercés		EFFORTS MOTEURS correspondants déduits des courbes d'interpolation exercés par mètre carré		LONGUEURS d'âme parcourues par le projectile.	EFFORTS MOTEURS correspondants déduits des résultats du tir exercés		EFFORTS MOTEURS correspondants déduits des courbes d'interpolation exercés par mètre carré	
	par la poudre.	par le pyroxyle.	par la poudre.	par le pyroxyle.		par la poudre.	par le pyroxyle.	par la poudre.	par le pyroxyle.
mm	kg	kg	kg	kg	mm	kg	kg	kg	kg
10	552	1333,33	2300000	5880000	240	320	316,66	1430000	1330000
20	533,33	1316,66	2338000	5800000	250	313,3	300	1392500	1260000
30	526,66	1233,33	2330000	5530000	260	306,66	266,66	1360000	1200000
40	520	1233,33	2295000	5180000	270	300	246,66	1326000	1140000
50	513,33	1166,66	2260000	4790000	280	293,33	233,33	1290000	1085000
60	500	1000	2225000	4390000	290	286,66	213,33	1260000	1032500
70	493,33	916,66	2185000	4030000	300	266,66	200	1230000	985000
80	486,66	800	2145000	3715000	350	280	180	1087500	777500
90	480	766,66	2100000	3435000	400	266,66	133,33	960000	622500
100	473,33	700	2060000	3180000	450	190	106,66	850000	500000
110	466,66	666,66	2015000	2950000	500	173,3	93,33	752500	390000
120	455,66	616,66	1962500	2740000	550	153,3	60	665000	300000
130	450	583,33	1912500	2550000	600	133,3	53,33	582500	220000
140	433,33	533,33	1860000	2390000	650	90	40	507500	150000
150	413,33	513,66	1812500	2235000	700	86,66	20	442500	87500
160	400	466,66	1787500	2095000	750	80	6,66	390000	30000
170	380	446,66	1730000	1970000	800	73,3	—6,66	335000	—17500
180	366,66	433,33	1685000	1855000	850	66,6	—13,33	282500	—62500
190	360	400	1630000	1755000	900	63,3	—26,66	240000	—100000
200	353,33	366,66	1587500	1660000	950	60	—33,33	202500	—122500
210	346,6	350	1545000	1570000	1000	40	—36,66	185000	—147500
220	340	333,33	1505000	1480000	1035	26,66	—38	160000	—162500
230	333,33	336,66	1470000	1400000					

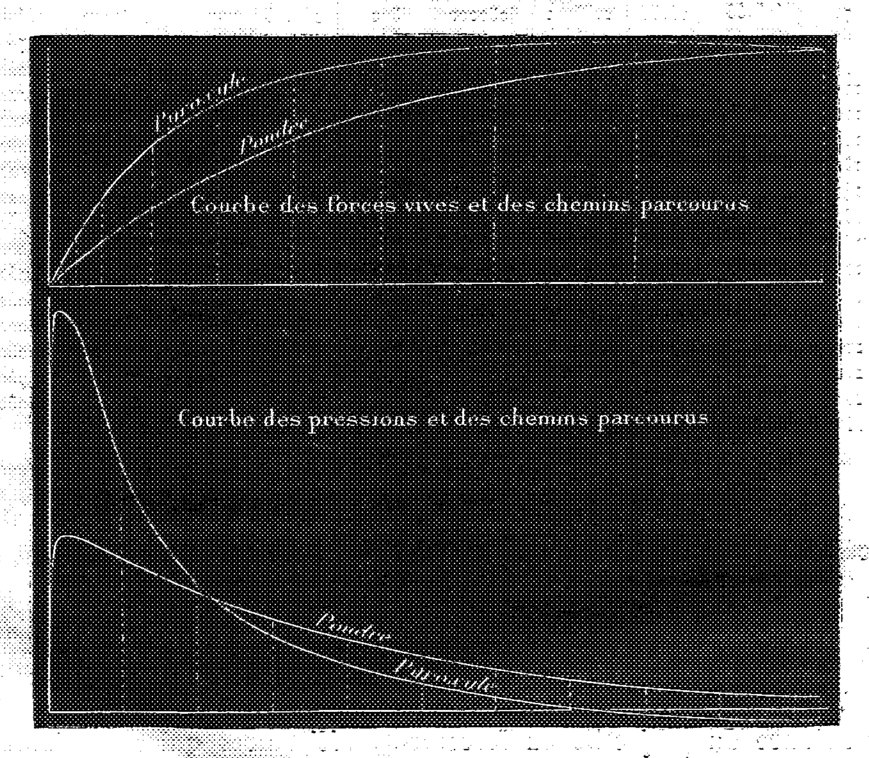
» J'appellerai plus loin l'attention sur l'importance de l'observation précédente par rapport à certaines matières explosives; mais je dois, dès à présent, ajouter que la vitesse du projectile étant très-faible aux premiers instants de son déplacement, l'influence de la résistance de l'air à ces moments est aussi peu considérable, et que la valeur trouvée pour la pression motrice intérieure n'est alors influencée que par le frottement et la résistance du projectile au forcement, résistances qui sont d'ailleurs toutes deux à peu près indépendantes de la vitesse du projectile et de la tension des gaz et restent les mêmes quand les circonstances du tir sont identiques.

» Aujourd'hui qu'il s'agit de comparer les effets de poudres d'une rapidité de combustion différente et souvent beaucoup plus lente, agissant

sur des projectiles de poids plus considérables que par le passé, qui tous doivent recevoir un mouvement de rotation en même temps qu'un mouvement de translation, et dont les uns sont libres et les autres forcés, les effets, compliqués par toutes ces causes indépendantes en partie les unes des autres, doivent être étudiés avec plus de soin que par le passé.

» Il est donc nécessaire de recourir à un moyen de discussion plus complet et qui fasse connaître les actions intérieures exercées sur une plus grande longueur d'âme.

» *Représentation de la loi de variation des efforts moteurs ou des pressions intérieures en fonction des longueurs d'âme parcourues.* — Le tableau précédent permet de construire pour la poudre et pour le pyroxyle les courbes dont les abscisses sont, en grandeur réelle, les chemins parcourus, et les ordonnées les efforts moteurs exercés à l'échelle de 1 millimètre pour 10 000 kilogrammes par mètre carré.



» On voit, à l'examen des courbes, avec quelle rapidité les tensions des gaz atteignent dans une bouche à feu leur valeur maximum pour le pyroxyle comme pour la poudre de guerre ordinaire dont les grains ont au plus $2^{mm},5$ de grosseur; mais on comprend de suite que plus les poudres seront denses et plus les grains seront gros, plus la po-

sition du projectile à laquelle ce maximum correspondra sera éloignée, et plus l'intensité de la tension correspondante sera diminuée. Dès lors on entrevoit quel rôle important jouent dans la loi du développement de ces efforts les conditions matérielles de la fabrication et à quelles erreurs graves on peut être conduit, en ne tenant compte que des réactions chimiques. C'est ce que je me réserve de mettre plus tard en évidence.

» *Vérification de l'exactitude de la représentation graphique des résultats.* — Les courbes, dont les abscisses sont les longueurs d'âme parcourues par le projectile et dont les ordonnées sont les efforts moteurs exercés, représentent par leur quadrature le travail moteur utilisé. Or, comme dans les expériences faites avec des canons de fusil sur la poudre et sur le pyroxyle les vitesses finales, les forces vives et par suite les quantités de travail utilisées ont été trouvées égales pour les charges respectivement employées, il faut donc, si les opérations graphiques ont été bien conduites, que les quadratures des courbes des efforts moteurs de la poudre et du pyroxyle fournissent à très-peu près les mêmes chiffres.

» Les quadratures exécutées ont donné les résultats suivants :

	km.
Travail moteur fourni par la poudre (8 grammes).	215,91
Travail moteur fourni par le pyroxyle (2^{gr},86) . . .	227,05
Travail moyen	221,48

» Il résulte de cette comparaison que les quantités de travail déduites des quadratures des deux courbes ne diffèrent du travail moyen que de 0,025 de sa valeur; ce qui suffit pour montrer que la méthode proposée peut être employée avec sécurité.

» *Observation sur la forme des courbes des efforts moteurs.* — Les chiffres primitifs et mieux encore les courbes déduites des résultats directs des expériences montrent que le travail moteur, représenté par leurs ordonnées, va sans cesse en croissant pour la poudre de guerre, à mesure que le projectile avance, et irait encore en augmentant si le canon de fusil était plus long. La même marche a lieu pour la résultante des efforts moteurs exercés sur les projectiles, comme on le voit sur les courbes. Ces efforts tendent toujours à accélérer le mouvement du projectile, même dans toute l'étendue de leur période de décroissance.

» Mais il en est tout autrement pour le pyroxyle. La courbe des forces vives indique que cette quantité atteint un maximum vers la longueur d'âme de $0^{m},77$, et qu'elle décroît au delà lentement, mais avec continuité. Il en résulte aussi que les valeurs des efforts moteurs, calculées comme on l'a dit, finissent, vers la même distance, par être nulles et deviennent ensuite négatives; ce qui indique que la tension intérieure des gaz, allant en dimi-

nuant en même temps que la résistance de l'air a augmenté, celle-ci l'emporte sur la première, et que le mouvement, d'abord accéléré, se retarde, à partir d'une certaine distance au delà de laquelle il serait inutile d'employer une arme aussi longue pour cette matière explosive.

» Cette diminution rapide de la tension intérieure des gaz du pyroxyle tient évidemment à la condensation d'une partie des vapeurs, et en particulier de celle de l'eau, qui se produisent dans la combustion.

» *Observation sur l'intensité des efforts maxima.* — Le tracé des courbes qui représentent la loi de variation des efforts moteurs exercés par la poudre et par le pyroxyle, outre qu'il manifeste, comme nous l'avons dit, la rapidité avec laquelle ces efforts se développent, montre aussi que, dans les expériences dont il est ici question, l'effort moteur maximum des gaz était, à l'effort moyen, susceptible de fournir le même travail

Pour la poudre, dans le rapport de........ $\frac{531^{\text{kil}},13}{221^{\text{kil}},48} = 2,39$ à $1,00$;

Pour le pyroxyle, dans le rapport de...... $\frac{1334^{\text{kil}},64}{221^{\text{kil}},48} = 6,02$ à $1,00$.

» On voit, par ces nombres, à quelles erreurs énormes on s'expose quand on prétend déduire du travail total fourni par une substance explosive, ou, ce qui revient au même, de la quantité de chaleur qu'elle est susceptible de développer, une appréciation de l'intensité des efforts destructeurs qu'elle peut exercer sur les bouches à feu. L'application de la théorie mécanique de la chaleur ne peut, quant à présent, conduire à la mesure de ces efforts.

» *Détermination de la durée du trajet du projectile dans l'âme.* — La substitution, évidemment permise comme méthode approximative, d'un polygone d'un grand nombre de côtés à la courbe continue que fournit l'expérience, conduit à remplacer, dans chacun des intervalles, l'inclinaison variable de la tangente à cette courbe par l'inclinaison constante du côté de ce polygone. Or, celle-ci fournissant la valeur de l'effort moteur exercé sur le projectile, il s'ensuit que cela revient à admettre que, dans l'intervalle du parcours correspondant à deux ordonnées consécutives, cet effort F est constant, et que le mouvement du projectile de l'une à l'autre est uniformément varié.

» Dès lors, la force accélératrice pour le passage d'une ordonnée à l'autre étant $F = \frac{P}{g}\frac{dV}{dt}$ et l'accélération constante $\frac{dV}{dt} = \frac{Fg}{P}$, la loi du mouvement de transport du projectile dans cet intervalle e sera celle d'un mouvement uniformément accéléré, et en appelant e l'intervalle des deux pre-

mières ordonnées ou le chemin parcouru, t le temps correspondant, on aura d'abord, pour cet intervalle, la relation

$$e = \frac{1}{2}\frac{Fg}{P}t^2,$$

d'où

$$t^2 = \frac{2eP}{Fg},$$

et, pour chacun des autres,

$$e = Vt + \frac{1}{2}\frac{Fg}{P}t^2,$$

V étant la vitesse à la fin de l'intervalle précédent, que l'on déduira de la relation

$$\frac{1}{2}\frac{P}{g}(V^2 - V'^2) = Fe, \quad \text{ou} \quad V^2 = V'^2 + \frac{2Fg}{P}e.$$

» De l'équation ci-dessus on tirera la valeur du temps écoulé pendant le parcours d'un espace e, en vertu de la vitesse possédée par le projectile au commencement de cet espace et de la force accélératrice supposée constante F, à laquelle il est soumis pendant ce même intervalle.

» Cette recherche ne présente pas plus de difficultés que les précédentes, et n'exige que la solution d'un assez grand nombre d'équations du second degré; mais elle est plus curieuse qu'utile au point de vue des effets de balistique intérieure qu'il s'agit surtout de déterminer. Je me borne ici à en faire connaître les principaux résultats.

» La durée totale du parcours de la balle dans un fusil lisse tiré avec 8 grammes de poudre de guerre ou avec $2^{gr},86$ est

Avec la poudre, de.................. $0'',004183$ ou $\frac{1}{239}$ de $1''$
» le pyroxyle, de............... $0'',003270$ ou $\frac{1}{314}$ de $1''$

» La solution graphique que je propose aujourd'hui est loin, je le répète, d'avoir la valeur scientifique de celle que Piobert avait déduite de son analyse. Elle n'est basée que sur des considérations de mécanique élémentaire et sur des tracés géométriques, mais elle est d'une application facile et rapide et n'exige que des données expérimentales obtenues à l'aide de cinq à six bouches à feu au plus, qui, une fois consacrées à ce service, constitueraient un matériel permanent d'expérimentation.

» Il me semble donc d'un grand intérêt pour les recherches que l'Artillerie poursuit avec tant de persévérance, que des expériences analogues à celles que nous exécutâmes en 1846 et 1847 avec des canons de fusil, et à celles qui ont été faites en 1869, à Meudon, sur des canons du calibre de 70 milli-

mètres par MM. de Reffye et Pothier, soient entreprises de nouveau avec des bouches à feu des calibres en usage sur les diverses espèces de poudre étudiées. »

CHIMIE. — *Sur la cristallisation du verre;* par M. **Eug. Peligot.**

« Il existe à Blanzy (Saône-et-Loire) une verrerie à bouteilles appartenant à M. Chagot, dans laquelle on a remplacé les creusets habituellement employés pour fondre le verre par un four à cuvette de grande dimension. Ce four a été construit par M. Videau, directeur de l'usine, avec le concours de M. Clémandot, ingénieur civil, dont le nom est bien connu de l'Académie : il est chauffé aux gaz; il a $6^m,50$ de longueur sur 2 mètres de largeur; dans la cuvette, qui a $0^m,45$ de profondeur, on fond à chaque opération 12000 kilogrammes de verre. Des ouvreaux, au nombre de douze, pratiqués dans ses parois, servent au cueillage du verre et au travail des ouvriers qui soufflent les bouteilles.

» Ce four ayant été mis hors feu, il y a quelques mois, par suite d'un de ces accidents qu'un appareil d'une construction aussi neuve et aussi hardie rend inévitables, M. Videau a fait tirer à la poche le verre encore fluide dans les parties déclives de la cuvette; ce travail a mis à découvert des géodes cristallines qui s'étaient formées pendant le refroidissement de la masse vitreuse. Ce sont ces cristaux que M. Videau, qui est un ancien élève de l'École centrale, m'a envoyés, en y joignant des morceaux du verre transparent, de l'*eau mère* qui les accompagnait et aussi des fragments d'une bouteille faite avec ce même verre dans les conditions normales; il a pensé avec raison que l'examen de ces produits pourrait jeter quelque lumière sur le phénomène encore obscur de la dévitrification du verre.

» Les cristaux ont pris naissance d'abord aux angles du four, dont la corrosion par la matière vitreuse avait fait des points saillants; ils se sont ensuite développés sur toute la surface, en formant une croûte qui est restée solide après la décantation du verre à la poche. Ils diffèrent beaucoup, par leur aspect et par leur mode de formation, de tous les échantillons de verre dévitrifié que j'ai vus jusqu'à présent; ceux-ci sont tantôt opaques, homogènes, ayant l'aspect d'une poterie : c'est la porcelaine de Réaumur; tantôt sous la forme de prismes aiguillés ou de mamelons blancs emprisonnés dans le verre qui les a fournis, et dont il est impossible de les séparer complétement. Dans les remarquables échantillons que je mets sous les yeux

de l'Académie, les cristaux sont entièrement isolés, sans mélange de verre transparent; ce sont des prismes ayant quelquefois au delà de 20 à 30 millimètres de longueur. Ils se sont produits, comme les cristaux de soufre et de bismuth, que nous séparons si facilement dans nos laboratoires, de la matière encore liquide dont ils proviennent; avec cette différence, toutefois, que celle-ci est de même nature que les cristaux fournis par ces deux corps, tandis que, pour le verre, c'est précisément cette question d'identité qu'il importe d'établir ou d'infirmer.

» On sait que, depuis les premières expériences sur la dévitrification, que Réaumur publiait en 1727, bien des travaux ont été faits sur ce curieux phénomène. Sans revenir sur les expériences de Dartigues, de Pajot des Charmes, de Fleuriau de Bellevue, de Darcet, de Berzélius, de M. Dumas, de M. Pelouze, de M. Bontemps et d'autres auteurs sur ce sujet, je rappellerai que deux opinions sont actuellement en présence pour expliquer la production du verre dévitrifié : l'une consiste à admettre que la dévitrification est due à un partage des éléments vitreux, qui donne naissance à un silicate défini, cristallisant au sein de la masse restante, celle-ci ayant, par conséquent, une composition qui n'est pas celle des cristaux; dans l'autre opinion, le verre dévitrifié est de même nature que le verre transparent; il est le résultat d'une simple modification physique, analogue à celle de l'acide arsénieux transparent qui devient opaque avec le temps. En constatant que le verre, en se dévitrifiant, ne change pas de poids, on a cru donner à cette interprétation des faits observés une valeur considérable.

» L'examen des trois produits vitreux de Blanzy ne confirme pas cette dernière opinion. Voici leur composition :

	I. VERRE DÉVITRIFIÉ (en cristaux isolés).	II. EAU MÈRE (verre transparent dont les cristaux ont été séparés).	III. VERRE NORMAL (fragments de bouteille).
Silice	62,3	61,8	62,5
Chaux	22,7	21,5	21,3
Magnésie	8,4	5,4	5,6
Oxyde de fer	3,2	3,0	3,0
Alumine	2,5	2,1	2,1
Soude	0,9	6,2	5,5
	100,0	100,0	100,0

» Ces trois échantillons de verre, faits avec les mêmes matières employées dans les mêmes proportions, ne présentent, dans le rapport de leurs éléments, que des différences peu considérables; le verre normal et

le verre n° II ont sensiblement la même composition, ce qui pouvait être prévu, ce dernier étant en grande masse par rapport aux cristaux qu'on en a séparés.

» Le verre cristallisé diffère d'une manière plus sensible des deux autres produits; la magnésie s'y trouve en plus forte proportion et la soude y fait presque défaut. Ainsi, conformément aux anciennes expériences de M. Dumas, le verre dévitrifié n'a pas la même composition que le verre transparent. A la vérité, les différences sont beaucoup moins considérables, ce qui tient peut-être à ce que la nature des verres de Blanzy se rapprochait davantage de celle d'un silicate défini; en outre, les verres étudiés par M. Dumas et plus tard par M. Le Blanc ne contenaient pas de magnésie.

» Les cristaux que j'ai analysés ont été soumis à l'examen de M. Des Cloizeaux, qui n'a pas hésité à y reconnaître la forme du pyroxène, c'est-à-dire la forme du prisme oblique presque droit. Une analyse d'un verre cristallisé, faite par M. Lechartier, a été donnée par notre savant confrère dans son *Manuel de Minéralogie*, tome I, page 62. Ce produit, qu'il considère comme un diopside à base de soude, contient aussi de la magnésie; son origine n'est pas indiquée; sa composition est fort différente de celle du verre de Blanzy. Celui-ci ressemble davantage à un verre cristallisé que M. Terreil a examiné et qui provenait d'une verrerie à bouteilles de Clichy dans laquelle on faisait usage de calcaire dolomitique; aussi M. Terreil le compare à un pyroxène dans lequel une partie de la magnésie se trouve remplacée par de la soude : ce verre contient, en effet, 9,1 pour 100 d'alcalis; Ce chimiste a analysé aussi le verre transparent qui accompagnait les cristaux; il admet que, comme le verre cristallise complétement dans les creusets sans perte de matière, sa composition n'a pas changé en se dévitrifiant (1). On sait que cette opinion avait été admise antérieurement par Berzélius et par M. Pelouze : c'est aussi celle de M. Bontemps.

» M. Pelouze, auquel on doit un important travail sur cette question, tout en appuyant son opinion sur les nombreuses analyses qu'il a faites, ajoute :

« Mais de toutes les expériences, la plus simple comme la plus décisive, pour démontrer que la dévitrification consiste en un simple changement physique du verre, consiste à maintenir des plaques de verre posées sur la sole d'un four à recuire jusqu'à ce que la vitrification soit complète, ce qui a lieu après vingt-quatre ou au plus quarante-huit

(1) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 693.

heures. Leur poids reste constamment le même, et, si l'on opère sur un verre blanc, de belle qualité, il est absolument impossible de distinguer autre chose que des cristaux dans la masse de verre dévitrifié (1). »

» Lors de la lecture de ce travail à l'Académie, j'avais fait observer à notre regretté confrère qu'en admettant qu'il y ait eu, dans les plaques dont il vient d'être question, production d'un silicate défini, celui-ci se trouvait emprisonné dans son eau mère dans des conditions telles que le poids et la composition de la masse ne pouvaient pas être changés. J'avais depuis longtemps remarqué que le verre dévitrifié s'altère rapidement au contact de l'air; des bandes de verre à vitre à base de potasse, dévitrifiées dans un four à moufle, deviennent humides au bout d'un certain temps; placées dans une position convenablement inclinée, elles laissent suinter des gouttelettes alcalines de carbonate de potasse; celui-ci, recueilli dans une capsule, se transforme à la longue en bicarbonate cristallisé; un morceau de glace de Saint-Gobain dévitrifiée, qui m'a été donné par M. Pelouze, se recouvre rapidement d'efflorescences de carbonate de soude. Cette plaque a présenté une autre particularité que je tiens à signaler, bien qu'elle soit la conséquence d'un autre ordre de faits, d'un changement purement physique qui tient probablement à sa texture fibreuse : c'est la faculté qu'elle a acquise de se courber à la longue sous son propre poids; placée en porte-à-faux dans le tiroir d'un meuble, elle s'est infléchie peu à peu, tandis qu'à l'origine elle avait une planimétrie parfaite, car elle avait été dressée des deux côtés par les moyens ordinaires du travail des glaces.

» Ainsi, dans ces effets dus à l'action de l'air, la dissociation des éléments du verre est rendue évidente par l'excès d'alcali devenu soluble que renferme la partie restée vitreuse : c'est le complément des résultats fournis par l'examen des cristaux que, dans d'autres conditions, on peut en séparer. A la vérité, ce caractère ne se présente pas dans l'*eau mère* de Blanzy; mais le verre normal ne contient lui-même qu'une minime proportion de soude, si bien que j'ai douté de l'exactitude de mes analyses tant que je n'ai pas eu connaissance du dosage des matières premières employées dans cette usine : on n'introduit dans la *composition*, dont la fusion exige d'ailleurs une température très-élevée, qu'une très-petite quantité de sulfate de soude.

» Une autre épreuve peut être invoquée pour établir que le verre cristallisé n'est pas de même nature chimique que le verre ordinaire; l'un

(1) *Comptes rendus*, t. XL, p. 1321.

fond à une température beaucoup plus élevée que l'autre. M. Clémandot a chauffé en même temps dans le four à cristal de MM. Maès, à Clichy, des fragments de verre cristallisé et, dans un autre creuset, des morceaux d'une bouteille de Blanzy; tandis que la fusion des premiers est fort incomplète, le verre normal est devenu entièrement liquide. On a constaté que, sous l'influence d'une haute température, les cristaux qui étaient opaques sont devenus transparents; ils se rapprochent davantage, sous ce rapport, des pyroxènes naturels.

» Cette dernière expérience semble être en contradiction avec un fait constaté par M. Pelouze, à savoir qu'une plaque de glace après dévitrification présente la même fusibilité qu'avant; mais ce désaccord n'est qu'apparent; dans cette plaque, les cristaux se trouvent encastrés dans un verre plus fluide, et le mélange doit présenter sensiblement le même degré de fusion que le verre non dévitrifié.

» Bien que, dans la plupart des analyses de verres transparents ou dévitrifiés, la magnésie ne soit pas mentionnée, sa présence, dans les verres d'une dévitrification facile, doit être prise en sérieuse considération, puisque le verre se transforme ainsi en un silicate analogue au pyroxène.

» On sait, en effet, que la magnésie se rencontre en quantité plus ou moins considérable dans *tous* les minéraux, si variés de nom, qui, au point de vue de la forme cristallographique, appartiennent à la famille des pyroxènes ou des amphiboles. Les minéralogistes ne s'accordent pas sur la composition de ces espèces minérales ni sur l'interprétation qu'il faut donner aux résultats de leur analyse. Dans les pyroxènes le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des bases doit être comme 2 est à 1; mais il est souvent différent. L'alumine et le sesquioxyde de fer, que ces minéraux contiennent presque toujours en assez grande quantité, doivent-ils être considérés comme des corps accidentels, étrangers à la matière pure ou purifiée, ou bien sont-ils isomorphes avec la silice, ou bien encore doivent-ils concourir comme oxydes jouant le rôle de bases au rapport que l'on établit entre l'oxygène de ces corps et celui de la silice? Ces questions ne sont pas résolues; il n'entre nullement dans le plan que je me suis tracé de les discuter.

» Je rappellerai néanmoins que dans un remarquable travail, exécuté sous les yeux et avec les méthodes de M. H. Sainte-Claire Deville et publié dans le recueil des *Mémoires de l'École Normale*, M. Lechartier a établi que, contrairement aux conclusions de M. Rammelsberg, l'amphibole et le pyroxène ont une composition différente; dans ce dernier minéral, le

rapport de l'oxygène de l'acide et de l'oxygène des bases est de 2 à 1; il est de 9 à 4 pour l'amphibole.

» Le verre cristallisé de Blanzy est plus riche en silice : le rapport pour l'oxygène est sensiblement de 3 à 1; sa composition avec l'ancienne formule de la silice serait aussi simple que possible, c'est-à-dire SiO^3RO, RO étant l'ensemble des oxydes que ce verre renferme. Avec la nouvelle formule, on a $3SiO^2, 2RO$. Ce verre contient 2 équivalents de chaux pour 1 équivalent de magnésie. Dans les pyroxènes ces rapports sont souvent inverses.

» Ces résultats ne sont qu'approximatifs, la soude, dont j'ai constaté la présence d'une manière certaine, l'alumine, l'oxyde de fer et une partie de la silice pouvant être considérés comme étant en dehors de la constitution du produit cristallisé, si l'on arrivait à l'obtenir dans un état complet de pureté.

» Je ferai une dernière remarque. Un silicate du groupe des pyroxènes s'étant produit dans les conditions habituelles de la fusion d'un verre alcalin, n'est-il pas permis de se demander si, dans les analyses si nombreuses de ces espèces minérales, la recherche des alcalis, la potasse et la soude, n'a pas été un peu négligée? Si les pyroxènes et les amphiboles ont cristallisé, par voie de fusion ignée, dans des conditions analogues à celles du verre qui se dévitrifie, ces minéraux devraient être accompagnés de gangues plus ou moins riches en alcalis; de plus, les cristaux de ces mêmes substances doivent contenir encore des traces de leur eau mère, indiquant ainsi leur mode de formation. Presque toutes les analyses de ces minéraux présentent des pertes qui sont attribuées à des substances non dosées, parmi lesquelles se trouvent peut-être les alcalis; il est également possible que ces pertes soient dues à l'emploi de procédés d'analyse incertains, d'une exécution toujours difficile. Néanmoins la présence des alcalis en très-petite quantité est quelquefois mentionnée : ainsi, dans la trémolite de Norwége, qui appartient au même groupe de minéraux, M. Lechartier indique l'existence de traces d'alcali; un échantillon non soumis aux procédés de purification qu'il décrit lui en donne 0,47 pour 100; dans la hornblende, qu'il considère comme un mélange d'amphibole et d'une matière étrangère, il en a trouvé jusqu'à 5,8 pour 100.

» Quelle est la nature exacte de cette matière étrangère? Les alcalis qu'elle renfermait à l'origine circulent-ils aujourd'hui sous forme soluble à la surface de la terre? Ces questions me semblent mériter l'attention des géologues. Lorsqu'on connaît, d'ailleurs, toutes les difficultés de ces analyses,

surtout en ce qui concerne la recherche et le dosage de la soude, on n'est nullement surpris que ce dernier corps ait été rencontré dans des substances qui n'en contiennent pas, comme dans la plupart des cendres provenant de l'incinération des plantes, tandis qu'on en méconnaît la présence dans des minéraux qui n'en sont pas exempts.

» Je reviens à l'objet technique de cette étude. Sans nier en aucune façon que tous les verres puissent se dévitrifier, j'estime que les verres riches en chaux et en magnésie, sont ceux qui se décomposent le plus facilement. J'attribue surtout à la magnésie un rôle essentiel dans ce phénomène, cette base étant fournie par le sable ou par le calcaire dont on fait usage pour former le mélange à vitrifier. A Blanzy, le calcaire d'Auxey, qui entre dans la *composition* du verre qu'on y fabrique, ne contient pas moins de 20 pour 100 de carbonate de magnésie. Bien qu'infusible par elle-même, la magnésie concourt à la fusibilité des silicates qui composent le verre, cette fusibilité étant d'autant plus grande que les bases sont plus nombreuses; mais, si l'emploi de ces calcaires magnésiens est avantageux au point de vue de l'économie du combustible, il oblige à travailler le verre avec une très-grande rapidité, de manière à éviter qu'il devienne *galeux*, qu'il commence à se dévitrifier, par suite de la formation du pyroxène qui se produit pendant la liquéfaction trop prolongée de la masse vitreuse. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Action de l'eau sur le plomb.* Note de M. BALARD.

« On sait, depuis bien longtemps, que le plomb est attaqué par l'eau aérée, et cependant une expérience de plus de vingt siècles a montré qu'on pouvait boire impunément les eaux naturelles qui ont été conduites et distribuées dans des tuyaux en plomb.

» En étudiant la cause de cette innocuité, on a reconnu que la présence dans l'eau de très-petites quantités de certains sels l'empêchait d'être contaminée par le métal dans lequel elle coule.

» Comment agissent ces sels? Est-ce en prévenant l'oxydation du métal ou en formant avec celui-ci, quand il est oxydé, un composé qui ne peut ni se dissoudre ni se délayer dans l'eau? C'est la question que j'ai essayé d'élucider par les expériences qui suivent.

» La matière nacrée qui se forme en très-grande abondance au contact de l'eau distillée aérée n'est que de la céruse parfaitement pure. Des expériences qui datent de longtemps m'ont prouvé plus d'une fois qu'elle

contient, pour 4 équivalents d'oxyde de plomb, 3 équivalents d'acide carbonique et 1 d'eau, composition qui représente la constitution de beaucoup de carbonates naturels ou artificiels. Cette céruse est dans un état de division extrême, et j'en ai trouvé en suspension, non appréciable à l'œil, dans une liqueur qui paraissait parfaitement filtrée.

» Ce n'est pas, comme on le fait ordinairement, en versant directement dans cette eau de l'acide sulfhydrique que j'ai constaté la présence du plomb. Les parcelles de céruse suspendues dans l'eau se colorent bien à leur surface, mais cette coloration est très-loin d'être proportionnelle à la masse réelle du composé plombique. Si l'on a le soin, au contraire, de soumettre l'eau examinée à l'ébullition, après y avoir ajouté quelques gouttes de tartrate d'ammoniaque, sel qui dissout surtout à chaud les composés plombiques insolubles (hydrate, sulfate, carbonate, phosphate, borate), l'acide sulfhydrique, précipitant alors la totalité du plomb, donne une teinte qu'on ne peut méconnaître. Elle s'affaiblit à mesure qu'on filtre l'eau au travers d'un plus grand nombre de papiers, ce qui indique bien que le phénomène est dû à une substance tenue simplement en suspension; mais de l'eau qui avait traversé sept papiers superposés contenait encore des traces de plomb, appréciables par ce mode d'expérimentation, qui, employé dans les conditions que j'indique, est d'une sensibilité extrême.

» Ce procédé m'a permis de constater que les proportions de solution saturée de sulfate de chaux et d'eau distillée, qui avaient été assignées par d'autres expérimentateurs comme la limite à laquelle le plomb cessait d'être attaqué, étaient très-notablement dépassées. Ce n'est plus de l'eau distillée, contenant 4 ou 5 centièmes d'eau saturée de sulfate de chaux qui cesse réellement d'agir sur le plomb : ce métal est altéré même par la solution saturée non étendue. Il est vrai que si l'on essaye cette eau chargée de plâtre, dans laquelle une lame de plomb a été immergée pendant vingt-quatre heures, elle ne donne point d'indice du plomb; mais si on l'agite fortement, de manière à détacher quelque chose qui pourrait exister à la surface du métal, ou à mettre en suspension un dépôt formé au fond du vase et trop faible pour être aperçu, cette eau, traitée par la méthode indiquée, manifeste très-nettement la présence du plomb. Cette expérience, qui donne les mêmes résultats quand on la répète avec l'eau contenant les autres solutions, qui semblent, comme le sulfate de chaux, garantir le plomb, prouve deux choses : d'abord que le plomb avait été attaqué dans ces différents cas, et que le résultat de cette attaque était resté for-

tement adhérent à la surface du métal. Cette surface, en effet, même en opérant avec les eaux qui paraissent les plus préservatrices, est loin de présenter le brillant du plomb nouvellement coulé.

» Il s'agit maintenant de montrer que cet aspect est dû à un composé plombique insoluble. J'ai, pour cela, découpé des surfaces égales de plomb brillant et de plomb devenu terne dans l'eau saturée de sulfate de chaux, et, plaçant chacun de ces fragments dans de l'eau distillée, additionnée de quelques gouttes de tartrate d'ammoniaque et froide, j'ai porté les deux liquides à l'ébullition. J'ai trouvé du plomb dans tous les deux. Quoiqu'il y en eût beaucoup plus en opérant avec la lame sortant de l'eau saturée de sulfate de chaux qu'avec le plomb récemment coulé, et que le sens du phénomène fût ainsi nettement indiqué, j'avais cependant le désir de constater des différences plus tranchées. J'ai alors opéré à froid. L'attaque du plomb pur par le tartrate d'ammoniaque a été moindre, quoique encore très-sensible. Mais, en opérant avec une liqueur d'où l'air avait été chassé par une ébullition de quelques minutes, je n'ai plus trouvé de métal dissous dans le liquide où j'avais mis du plomb récemment coulé, l'oxygène qui aurait pu provoquer son oxydation n'existant plus dans la liqueur, tandis qu'il y avait du plomb en quantité notable dans celle qui avait agi dans les mêmes circonstances sur le métal sortant de la solution de sulfate de chaux, le tartrate ayant trouvé là un composé plombique tout formé qu'il n'avait eu qu'à dissoudre. En laissant refroidir au contact du métal la liqueur qui, pendant son ébullition, n'avait rien enlevé au plomb récemment coulé, j'ai constaté que, au bout de quelques minutes, elle avait dissous un peu de ce métal, circonstance qui montre la rapidité avec laquelle s'exerce l'action de l'air sur le plomb sous l'influence du tartrate d'ammoniaque, provoquant la formation de l'oxyde avec lequel il va se combiner. Des expériences analogues faites avec des lames qui avaient séjourné dans de l'eau distillée contenant du sulfate d'alumine, du sulfate de magnésie (1), du bicarbonate de chaux, du carbonate et du bicarbonate de soude, m'ont donné des résultats pareils. Dans tous ces cas, la lame terne de plomb, sans prendre l'aspect brillant de celui qui vient d'être récemment coulé, a été très-sensiblement décapée.

---

(1) Le sulfate de soude ne m'a pas paru avoir la même efficacité que les sulfates terreux pour empêcher l'altération du plomb; le produit qui le forme, moins cohérent, se détache du métal avec plus de facilité. Tout au contraire, tandis que l'eau contenant du sel marin n'attaque le plomb qu'en formant à sa surface une couche continue qui se détache très-difficilement, les chlorures de calcium, de magnésium et de baryum forment des dépôts qui troublent le liquide dans lequel ils sont suspendus.

» En résumé, le plomb s'oxyde au contact de l'eau aérée. S'il trouve dans cette eau un sel avec lequel cet oxyde peut former un composé insoluble, ce composé se forme et, recouvrant le métal d'une espèce de patine fortement adhérente, il empêche l'attaque ultérieure, de même que la couche de sous-oxyde qui se forme à la surface du zinc garantit ce métal contre une oxydation plus avancée. Il suffira donc que l'eau qui séjourne dans des vases de ce métal contienne du sulfate ou du carbonate de chaux pour que l'emploi du plomb soit d'une parfaite innocuité. Pour peu, d'ailleurs, que l'eau soit incrustante, elle coulera en réalité sur une surface de carbonate de chaux.

» Mais si l'eau est pure, ou si elle contient des sels dont l'acide ne peut former un composé insoluble avec l'oxyde de plomb, tels que nitrate, acétate, formiate, etc., l'action est énergique. Elle m'a paru même exaltée par la présence de ces deux derniers sels, peut-être même par celle du nitrate de potasse; cette circonstance viendrait à l'appui de ce que me disait notre confrère M. Boussingault. Il assure que des eaux de drainage, riches en nitrates et coulant dans des tuyaux de plomb, avaient déterminé des accidents mortels.

» Il est donc important que les ingénieurs qui veulent employer ce métal pour la distribution de certaines eaux s'enquièrent avec soin de leur nature chimique. Si, dans le plus grand nombre des cas, l'eau des sources ou des rivières contient assez de sels calcaires (sulfate, carbonate) pour ne pas permettre l'altération du plomb, il n'en serait peut-être pas de même dans les localités où, par suite de circonstances géologiques, l'eau qui sort de terre n'est en quelque sorte que de l'eau distillée. Ce qui intéresse la pureté de l'eau, pureté qui ne doit pas même être soupçonnée, mériterait de devenir, dans ces localités, l'objet de quelques études spéciales. »

HYDRAULIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches cliniques et expérimentales sur les mouvements et les repos du cœur, ainsi que sur le mécanisme du cours du sang à travers ses cavités, à l'état normal;* par M. **Bouillaud.** (Extrait par l'auteur.)

I. — État antérieur de nos connaissances sur le mécanisme du cœur.

« Les nouvelles expériences sur les animaux, que nous allons bientôt rapporter, furent surtout entreprises pour confirmer un phénomène que les observations cliniques avaient déjà surabondamment démontré, savoir

que le choc de la pointe du cœur contre les parois de la poitrine a lieu pendant la systole ventriculaire, et que cette systole en est la cause essentielle. Mais, en même temps qu'elles fournirent une éclatante confirmation de ce que l'observation clinique nous avait appris à ce sujet, elles me permirent de constater un certain nombre de phénomènes nouveaux, dont la connaissance n'est pas encore du domaine public. Elles ont été faites dans le courant des mois de juillet et août 1864. Elles eurent pour témoins MM. les Drs Blachez, mon chef de clinique alors, qui tenait l'instrument; Auburtin, mon gendre; Magnac, Briant et plusieurs élèves de l'hôpital, tels que MM. Hauregard, Onimus, etc.

» Avant de nous en occuper, il ne sera pas inutile de faire connaître en quelques lignes quel était alors l'état de nos connaissances sur les mouvements du cœur. Des recherches que j'avais faites, pendant de longues années, sur les mouvements et les bruits de cet organe chez l'homme sain et malade, et de quelques expériences pratiquées chez des animaux à double ventricule, comme celui de l'homme, j'avais déduit les conclusions suivantes, qui furent publiées dans mon *Traité clinique des maladies du cœur* (1835-1841) :

» 1° Les mouvements de systole et de diastole des ventricules du cœur, très-visibles et palpables dans la région de la poitrine qui leur correspond, ressemblent à ceux d'une pompe *foulante* et *aspirante*.

» Sous ce rapport et sous plusieurs autres, on peut dire que le cœur ventriculaire constitue une pompe vivante, *foulant* le sang qu'elle contient dans le système artériel et *aspirant* ensuite celui contenu dans les oreillettes.

» 2° Les oreillettes (chez l'homme et les animaux à double ventricule) sont des espèces de réservoirs musculaires dans lesquels, comme il vient d'être dit, les ventricules puisent, *pompent* en quelque sorte le sang qu'ils lancent ou foulent dans les artères. Elles ne présentent pas des mouvements à secousses, des battements ou des coups comparables à ceux des ventricules.

» 3° Le principal, le plus énergique des mouvements du cœur (le *battement* par excellence de ce *muscle creux*), c'est la systole ventriculaire, et spécialement celle du ventricule gauche.

» 4° La systole ventriculaire est isochrone au choc du cœur contre la poitrine et au pouls des artères. C'est par elle que commence cet ensemble, cette série de mouvements et de repos du cœur, dans un temps donné, que nous désignerons désormais sous le nom de *révolution du cœur*.

» 5° Le rhythme de cette révolution, régulière comme celle d'une ai-

guille de montre autour de son cadran ou comme le jeu du pendule, nous offre les *temps* suivants : premier temps, systole ventriculaire et diastole auriculaire; deuxième temps, court ou petit repos ; troisième temps, diastole ventriculaire et systole auriculaire; quatrième temps, long ou grand repos (c'est le repos général et proprement dit du cœur).

» 6° Chez l'homme adulte, dont le cœur, chez un grand nombre de personnes, bat, comme le pouls, soixante fois par minute, une révolution du cœur ne dure par conséquent qu'une seconde, de sorte que la durée de cette révolution est précisément égale à celle de chaque mouvement d'une aiguille à secondes autour de son cadran. Le cœur est donc, à sa façon, un instrument chronométrique vivant.

II. — Définition du coeur et idée générale de son action; ressemblance de sa construction avec celle d'une pompe hydraulique aspirante et foulante.

» Le cœur est un double *muscle creux* et l'*organe central* de la grande fonction connue sous le nom de circulation du sang.

» Pour comprendre le mécanisme au moyen duquel il exécute le rôle principal dans cette circulation, il est indispensable de bien connaître tous les éléments, toutes les pièces dont il est composé. Nous ne pouvons en offrir ici qu'un rapide aperçu (1).

» Le cœur, avons-nous dit, est un muscle creux. Ajoutons que les cavités musculaires dans lesquelles est contenu le sang, au mouvement duquel le cœur concourt pour une si grande part, sont au nombre de quatre : les deux principales, celles qui constituent en quelque sorte le *corps* même du double cœur, portent le nom de *ventricules;* les deux autres, moins considérables que les précédentes, auxquelles elles semblent servir de réservoirs, sont connues sous le nom d'*oreillettes*.

» Les ventricules et les oreillettes communiquent les uns avec les autres au moyen d'*orifices* désignés sous le nom d'*auriculo-ventriculaires*. Ces orifices sont munis de *valvules*, disposées de telle sorte, qu'elles permettent un libre passage du sang des oreillettes dans les ventricules, et qu'elles s'opposent au reflux du sang des ventricules dans les oreillettes.

» Les ventricules communiquent avec les artères qui naissent de la base du cœur (aorte et artère pulmonaire) par des orifices dits *ventriculo-artériels*. Ils sont, eux aussi, garnis de valvules, disposées de telle sorte, que le sang des ventricules peut librement passer dans les artères aorte et pulmonaire, et qu'il ne peut refluer dans les ventricules.

(1) Cet aperçu s'applique seulement au cœur de l'homme et des animaux qui s'en rapprochent le plus.

» A cette description, quelque sommaire qu'elle soit, qui ne serait frappé de la ressemblance du cœur ou de l'organe central de la circulation du sang avec une pompe hydraulique, *aspirante* et *foulante ?*

» Nous allons voir maintenant si le jeu ou le mécanisme de cet organe confirme ou non l'idée que la construction anatomique du cœur fait naître dans notre esprit.

III. — Ressemblance du mécanisme du coeur avec celui d'une pompe hydraulique aspirante et foulante.

» Les expériences qui nous ont permis de constater et de démontrer la ressemblance dont il s'agit nous ayant présenté certaines différences, selon les espèces d'animaux, qui en étaient les sujets, nous les diviserons en deux catégories : la première de ces catégories comprendra les animaux dont le cœur est à un seul ventricule, et la seconde les animaux dont le cœur, comme celui de l'homme, offre un double ventricule.

Relation des expériences.

» Animaux de la première catégorie (*grenouilles et tortues*). — Ce qui frappe le plus l'attention, dès le premier coup d'œil, c'est l'ampliation, la *diastole* du ventricule, promptement suivie d'une systole vive et brusque, pendant laquelle le ventricule pâlit, en raison de sa déplétion de sang (phénomène très-visible), tantôt complète, tantôt un peu incomplète. Pendant leur systole, les oreillettes ne se vident pas aussi complétement que le ventricule pendant la sienne (chez une seule grenouille, nous avons observé une déplétion complète ou presque complète des oreillettes, de la gauche du moins, que nous avions plus particulièrement sous les yeux). Pendant la diastole de ces mêmes oreillettes, isochrone à la systole du ventricule, on les voit se remplir de sang et rougir, tandis qu'elles avaient pâli pendant leur systole (1).

» En se raccourcissant ou se contractant de toute part pendant sa systole, le ventricule se déplace sensiblement à sa pointe, qui se redresse de bas en haut. On voit très-bien encore ce déplacement lorsque, après avoir comprimé de toutes parts les oreillettes à leur point de jonction avec le ventricule, elles ne se contractent plus que faiblement et en arrière de la compression, et par conséquent ne poussent que très-peu de sang dans le ventricule. Enfin, ce mouvement de redressement de la pointe est très-visible encore lorsque le cœur, extrait de la poitrine, et les oreillettes vides, est placé sur une table, et c'est bien évidemment pendant la systole ventriculaire que toujours il s'opère.

» D'ailleurs aussi, en saisissant le cœur ventriculaire entre nos doigts, nous avons bien *senti* que son durcissement était isochrone au mouvement de redressement et de choc, nouvelle preuve que ce mouvement a pour cause la systole ventriculaire.

» Chez les tortues, dont le ventricule est très-gros, ce *durcissement* pendant sa systole,

(1) On n'observe ces changements de couleur dans le ventricule que chez les grenouilles, où il est transparent; mais chez les tortues, dont le ventricule est très-robuste, beaucoup plus épais, partant non transparent, on ne les voit pas.

ainsi que le resserrement de ses parois, le redressement et le choc de la pointe du cœur sont très-prononcés.

» Nous avons tous comparé le jeu du ventricule à celui d'une pompe aspirante et foulante, et telle était la force du mouvement d'aspiration, que ce ventricule, en même temps qu'il aspirait le sang des oreillettes, semblait aspirer ces oreillettes elles-mêmes (1).

» Voici dans quel ordre s'exécutait une série ou une révolution des mouvements et des repos du cœur. Pour le *ventricule :* 1° diastole avec rougissement des parois; 2° court repos; 3° systole avec pâlissement des parois; 4° long repos. Pour les *oreillettes :* 1° systole avec pâlissement des parois; 2° petit repos; 3° diastole avec rougissement des parois; 4° long repos.

» Par conséquent le ventricule et les oreillettes présentent le long ou le vrai repos, qui est celui du cœur tout entier : le premier après s'être constitué à l'état de systole; les secondes après s'être constituées, au contraire, en état de diastole.

» Bien que les systoles saccadées des oreillettes soient très-manifestes, surtout chez les tortues, dont les oreillettes se soulèvent et bondissent en quelque sorte comme un corps élastique qui a frappé le sol, néanmoins les systoles du ventricule l'emportent beaucoup en force sur elles en énergie.

» Animaux de la seconde catégorie (*un cheval, un chien, trois lapins, un coq, une poule, et trois gros rats*). — Chez tous ces animaux, l'un des phénomènes les plus frappants et qui distinguent le jeu de leur cœur de celui du cœur des animaux de la précédente catégorie, c'est que les oreillettes n'offrent pas chez eux les battements visibles et palpables de systole et de diastole, que l'on observe dans celles des animaux que nous leur comparons ici. Voici, d'ailleurs, comment se sont présentés à nous les divers phénomènes d'une révolution du cœur, chez chacun des animaux à cœur biventriculaire (les rats exceptés, que nous n'avons pu suffisamment examiner).

» 1° *Coq vigoureux.* — J'ai vu le cœur glisser doucement de haut en bas et de bas en haut dans le péricarde, et imiter par ses contractions et dilatations alternatives le jeu d'une pompe aspirante et foulante, ayant pour réservoir les oreillettes. Chaque contraction ventriculaire était accompagnée du redressement en avant de la pointe de cet organe, redressement donnant la sensation d'une assez forte impulsion au doigt, ou d'une sorte de *chiquenaude.* Je ne vis ni ne sentis distinctement aucune contraction des oreillettes.

» Le cœur retiré de la poitrine battit encore quelques instants, soit *spontanément*, soit sous l'influence d'excitations artificielles. Les battements systoliques du cœur à vide donnaient lieu aussi au soulèvement de la pointe....

» 2° *Lapins.* — Pendant les systoles ventriculaires, la pointe du cœur se redresse fortement. Cet organe se soulevait avec une sorte de bond, lorsqu'on frappait ses ventricules avec la pointe d'un instrument. La dilatation ou diastole ventriculaire consistait en une expansion douce, sans secousse : faibles contractions des oreillettes, beaucoup plus marquées dans les appendices auriculaires que partout ailleurs....

» Dans l'une de nos expériences, nous avions à la fois sous les yeux les cœurs d'un lapin

---

(1) On distinguait très-facilement les uns des autres les mouvements ci-dessus décrits, en raison du peu de rapidité avec laquelle s'exécutait leur série. Chez les grenouilles, elle s'exécutait 40 à 50 fois par minute (chez quelques-unes 64, 80, 84). Chez les tortues, cette série ne s'opérait que 28 à 32 fois par minute.

et de quatre grenouilles, ce qui nous permettait un facile examen des mouvements *comparés* du cœur du premier et du cœur des secondes. Il était frappant pour tous les spectateurs, d'une part, que les mouvements des oreillettes du cœur du lapin étaient bien moins sensibles à la vue que ceux du cœur des quatre grenouilles, et, d'autre part, que la différence entre la force relative des battements des ventricules et des oreillettes, chez les grenouilles, n'était pas très-grande, tandis qu'elle était vraiment énorme entre la force relative des ventricules et des oreillettes chez le lapin.

» 3° *Un gros chien blanc.* — Nous avons vu, pendant plus d'une demi-heure, le cœur (il avait environ le volume du cœur d'un jeune homme de 15 à 16 ans) battre, soit libre soit pris dans notre main, soit dans sa position normale, soit dans une position renversée. J'ai bien constaté, en tenant ainsi le cœur dans ma main, que le mouvement de la diastole ventriculaire était très-notablement moins fort que celui de la systole de même nom. Pendant cette dernière, la pointe du *ventricule gauche* présentait, de la manière la plus évidente, un mouvement de projection (c'est le mouvement de recul démontré par une ingénieuse expérience de Hiffelsheim), et donnant au doigt qui la touchait une chiquenaude, assez forte pour imprimer à ce doigt un soulèvement visible à tous les spectateurs. La systole du ventricule droit, très-distincte d'ailleurs, ne concourait nullement à cette projection de la pointe en avant, partant au choc contre la paroi de la poitrine.

» Vainement nous avons regardé dans tous les sens les oreillettes : nous n'avons pu y voir de mouvements brusques, saccadés, de systole, comparables à ceux des ventricules; les appendices auriculaires eux-mêmes étaient immobiles. Je les ai fortement comprimés et vidés ainsi complétement du sang qu'ils contenaient. Abandonnés ensuite à eux-mêmes, ils se sont remplis de nouveau de sang, sans mouvements brusques, mais à l'instar d'une ventouse élastique en caoutchouc qui se remplit après avoir été vidée. Les oreillettes restaient constamment remplies de sang et semblaient vraiment jouer le rôle de simples réservoirs à parois musculaires, partant *contractiles* et *élastiques*, mais se contractant lentement et sans secousse.

» Un tube de verre ayant été introduit dans l'artère carotide ouverte, le sang s'est élancé par saccades isochrones aux systoles du ventricule gauche (et il en a été ainsi lorsque le tube a été enfoncé dans la cavité même de ce ventricule).

» J'ai pris alors de nouveau le cœur dans ma main, je l'ai fortement comprimé, et, sous cette sorte de *systole manuelle*, le sang s'est élancé du tube avec une force redoublée, parcourant ainsi, en décrivant une parabole rutilante, une distance à peu près double de celle qu'il parcourait sous sa systole propre.

» Le cœur extrait de la poitrine, ses ventricules ont continué de battre assez longtemps, *ses oreillettes restant vides et immobiles*. Alors encore tous les spectateurs ont vu distinctement le mouvement de redressement et de choc de la pointe du cœur; aussi ne pouvaient-ils trop s'étonner que ce mouvement ait pu être attribué à la projection du sang par l'oreillette dans la cavité ventriculaire. Comment, en effet, attribuer à cette action un mouvement qui subsistait lorsque l'oreillette était vide de sang et ne battait plus (1)?

---

(1) Cette expérience fut faite à l'École vétérinaire d'Alfort, où nous nous rendîmes, MM. les Drs Auburtin, Blachez, Lefèvre et Magnac et moi. Nous y fûmes gracieusement reçus par M. le professeur Bouley, alors Directeur, et par MM. les professeurs Magne et Colin, qui voulut bien tenir le scalpel.

» 4° *Un gros cheval.* — Le jeu du cœur mis à nu, spectacle des plus intéressants, commence par la systole ventriculaire. Pendant cette contraction, la masse ventriculaire rebondit en quelque sorte et s'élance contre la paroi pectorale. Si l'on applique le doigt sur le ventricule gauche pour s'opposer à ce mouvement, il lui faut un assez grand effort pour le vaincre (dans cet état de contraction, le plissement des fibres musculaires est très-prononcé); au mouvement de rebondissement et de choc succède un mouvement de retrait, et à celui-ci un temps de repos; après celui-ci reviennent coup sur coup (1) les deux mouvements de systole et de diastole ventriculaires. Cette révolution s'accomplit avec une régularité *astronomique*, *mathématique*, semblable à celle du balancier d'une pendule.

» Si l'on porte un regard attentif sur les oreillettes qui, par rapport aux ventricules, forment une si petite partie de la masse totale du cœur, on n'y voit aucun mouvement semblable à ceux des ventricules : à peine voit-on quelques oscillations de l'appendice auriculaire.

» Pendant plusieurs minutes, lorsque le cheval ne vivait plus qu'à la faveur de l'insufflation pulmonaire, les phénomènes que nous venons de signaler se sont opérés avec une précision, une régularité, une constance qui ne laissaient rien à désirer.

» La pointe du cœur ayant été incisée, on a vu, à chaque systole ventriculaire, un jet de sang s'élancer par la plaie, absolument comme par une artère ouverte. Ce jet saccadé de sang cessait avec la systole indiquée, recommençait avec elle, absolument comme, dans une pompe foulante, le liquide contenu dans le corps de pompe s'élance au moment de foulement ou, si j'ose le dire, de *systole*, imprimé à cet instrument (2).

» Chez tous les animaux de cette catégorie, la révolution du cœur commence par la systole ventriculaire, qui en constitue le *premier temps*. Le second temps consiste en un court ou petit repos. La diastole est le troisième temps, et un repos plus prolongé que le premier est le *quatrième* et dernier *temps*.

Conséquences générales et particulières des expériences.

» La ressemblance que nous avons trouvée entre le cœur et une pompe *aspirante* et *foulante*, sous le rapport de leur *construction*, ne se trouve donc point démentie, quand on les compare sous le rapport de leur *fonctionnement*, et il ne pouvait, en effet, en être autrement. Mais, ce qui établit une différence capitale, le cœur, la pompe *vivante*, ne réclame pas, pour l'exercice de ses mouvements, comme les pompes créées par les mains de l'art, une force étrangère : cette pompe vivante est *automotrice*.

» Une des conséquences les plus curieuses et les plus nouvelles de

---

(1) Un repos instantané existe toutefois entre la systole et la diastole.

(2) Le doigt appliqué sur la région du cœur correspondant aux valvules fait sentir, de la manière la plus distincte, le mouvement brusque de redressement et de rapprochement des valvules. Introduit dans un orifice auriculo-ventriculaire, le doigt éprouve une forte pression de toutes parts pendant la systole ventriculaire, serrement qui disparaît aussitôt que cesse la systole.

nos expériences, c'est que, contrairement à la doctrine, les révolutions du cœur ne commencent pas par les mêmes mouvements dans deux catégories d'animaux. Comme chez l'homme, elles commencent par la systole ventriculaire et la diastole auriculaire dans ceux dont le cœur, à l'instar de celui de l'homme, se compose de deux ventricules et de deux oreillettes. C'est, au contraire, par la diastole ventriculaire et par la systole auriculaire qu'elles débutent chez les animaux dont le cœur est univentriculaire.

» Toutes prouvent, d'ailleurs, qu'à l'instar des artères le cœur est un instrument à quatre temps, dont deux mouvements et deux repos. Si donc on donne le nom de *pouls* à ses battements, ainsi qu'on le fait pour les battements des artères, le pouls du cœur, à l'état normal, est *dicrote*, comme celui des artères, et non *monocrote*, contrairement à la doctrine universellement enseignée jusqu'ici.

IV. — FORCES MOTRICES ET PUISSANCE COORDONNATRICE DU COEUR.

» Considérés dans le cœur lui-même, ses mouvements coordonnés s'opèrent sous l'influence de deux forces, de deux propriétés, si l'on veut, connues sous les noms de *contractilité* et d'*élasticité*.

» Nous venons de dire, plus haut, que la pompe cardiaque était *automotrice*. Il ne faut pas se méprendre sur le sens de cette expression : elle signifie seulement que le cœur se meut, sans emprunter, à l'exemple des pompes artificielles, une force étrangère. Mais nous n'avons pas prétendu assurément que cette force fût tellement *infuse*, ou *inhérente* à sa propre substance, qu'il pût se passer de cette force nerveuse, sans laquelle ne peut se mouvoir nul autre muscle, soit de la vie *animale*, soit de la vie *organique*. Aussi est-il pourvu, lui aussi, d'un appareil nerveux, qui lui vient du système ganglionnaire et du pneumogastrique. Comme les artères, le cœur possède donc des nerfs moteurs (1), et ses mouvements *coordonnés*,

(1) M. le docteur Édouard Fournié a, dans ces derniers temps, donné le nom de *motricité* à la *propriété* spéciale que possèdent les nerfs moteurs :

« Le système nerveux, dit-il, ne possède pas seulement une propriété *excitatrice*. Soit qu'il s'agisse d'un mouvement, soit qu'il s'agisse d'une sensation, ce qui s'est passé dans les nerfs avant la contraction ou la sensation, n'est pas de l'excitation, mais bien le mouvement d'*activité propre aux fibres nerveuses*; c'est, en un mot, leur propriété physiologique, propriété qui est incapable de se montrer directement, sur place, dans les conduits nerveux eux-mêmes, mais qui manifeste ses caractères distinctifs dans les effets qu'elle produit. Ces effets sont différents selon les points où aboutissent les fibres nerveuses, et il est assez naturel d'attribuer à chacun des effets différents le nom d'une propriété différente : *motricité*

ainsi que tous les autres de la même classe, tels que ceux de la respiration, de la marche, de la voix et de la parole, etc., sont régis par un centre nerveux spécial. Mais les mouvements du cœur, comme tous ceux qui sont exclusivement dus à l'influence du grand sympathique, ne sont pas soumis à l'empire de la volonté, ni perçus par la conscience ou le *sensorium commune :* ils sont *involontaires* et *inconscients*.

» Si l'on me demande maintenant quelle est la cause suprême de cet ordre, de cette harmonie *préétablis* que nous admirons dans les révolutions du cœur, je ne saurais mieux faire que de renvoyer, en ce qui concerne ce problème si délicat et si transcendant, à Galien, à Harvey, à Lower, et à l'auteur de l'article COEUR de l'*Anatomie descriptive* de Bichat.

V. — MÉCANISME DU PASSAGE DU SANG A TRAVERS LES CAVITÉS DU CŒUR VENTRICULAIRE.

» Chez les animaux de notre première catégorie, dont la révolution du cœur commence par la systole des oreillettes et la diastole du ventricule, nous avons vu, à la faveur de la transparence des parois du ventricule, une ondée de sang passer dans sa cavité et s'en échapper sous l'impulsion de la systole de ce ventricule. Ce passage du sang dans la cavité ventriculaire ressemble exactement à celui d'un liquide à travers le corps d'une pompe aspirante et foulante, mais à la condition d'admettre que la réplétion de cette cavité s'opère, du moins en partie, sous un effort d'aspiration du ventricule.

» Chez les animaux de la seconde catégorie, dont la révolution du cœur, comme chez l'homme, commence par la systole des ventricules, l'ondée sanguine qu'ils contiennent alors est *foulée* ou lancée dans le système artériel au moyen de cette systole, et de là ces jets saccadés de sang qui s'échappent d'un artère ouverte Aussitôt achevée, cette systole est suivie d'une diastole en vertu de laquelle une nouvelle ondée de sang, venant des oreillettes, remplit les ventricules.

» Le jeu des valvules du cœur est une condition nécessaire du passage du sang à travers la cavité ventriculaire, comme le jeu des soupapes d'une pompe hydraulique ordinaire est nécessaire à l'entrée et à la sortie du liquide qu'elle est destinée à mouvoir.

» Les valvules auriculo-ventriculaires sont disposées de manière à laisser un libre passage au sang qui vient des oreillettes pendant la diastole ven-

---

pour les fibres qui déterminent la contraction des muscles, *impressionnabilité* pour celles qui provoquent la sensation. »

triculaire, et à empêcher son reflux pendant la systole ventriculaire. Pendant celle-ci, les valvules ventriculo-artérielles s'abaissent pour permettre le passage du sang dans les artères, et elles se redressent pour s'opposer au reflux du sang pendant la diastole ventriculaire. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Toulouse.* Note de M. F. TISSERAND.

Éclipses des Satellites de Jupiter, 1874 (1).

DATE de l'observation.		SATELLITE.	PHÉNOMÈNE.	OBSERVATEUR.	INSTRUMENT.	TEMPS MOYEN de Toulouse.	TEMPS de la Connaissance des Temps.	CORRECTION de la Connaissance des Temps.
						h m s	h m s	m s
Janvier	4	I.	Disparition.	T.	A.	17. 0.50,1	17. 3.48	+ 0.33
»	13	I.	Disparition.	T.	A.	13.22. 7,6	13.25. 9	+ 0.30
»	13	I.	»	P.	B.	13.22. 3,8	13.25. 9	+ 0.06
»	13	IV.	Disparition.	T.	A.	18.34.23,9	18.41.37	— 3.42
»	23	III.	Réapparition.	T.	A.	13.55.10,6	13.53.54	+ 4.48
»	25	II.	Disparition.	P.	B.	16.44.41,9	16.47.18	+ 0.55
»	25	II.	»	T.	A.	16.44.41,0	16.47.18	+ 0.54
»	29	I.	Disparition.	T.	A.	11.36.40,1	11.39.36	+ 0.35
»	29	I.	»	P.	B.	11.36.29,1	11.39.36	+ 0.24
»	30	IV.	Disparition.	P.	B.	12.33.56,4	12.41.30	— 4. 3
»	30	IV.	»	T.	A.	12.33.20,9	12.41.30	— 4.38
»	30	III.	Disparition.	P.	B.	14.44. 1,6	14.43.59	+ 3.34
»	30	III.	»	T.	A.	11.44.21,0	14.43.59	+ 3.53
»	30	IV.	Réapparition.	T.	A.	15.32.33,8	15.34. 6	+ 1.59
»	30	III.	Réapparition.	T.	A.	17.51.24,6	17.50.23	+ 4.33
Février	5	I.	Disparition.	T.	A.	13.29.38,3	13.32.45	+ 0.24
»	5	I.	»	P.	B.	13.29.43,8	13.32.45	+ 0.30

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de l'aurore boréale du 4 février 1874, à Toulouse.* Note de M. F. TISSERAND.

« Le 4 février, à $7^h 45^m$ du soir, une aurore boréale a été aperçue de l'Observatoire de Toulouse, par M. Perrotin, dans les circonstances suivantes :

(1) Les observations ont été faites par M. Tisserand et par M. Perrotin, aide-astronome à l'Observatoire; ces observateurs sont désignés respectivement par les lettres T et P. Les instruments dont on s'est servi sont, d'une part, une lunette A de $0^m,11$ d'ouverture; de l'autre, une lunette B de $0^m,15$ d'ouverture. La longitude de l'Observatoire de Toulouse a été supposée égale à $3^m 31^s,0$.

» Le ciel était très-beau; le phénomène a commencé par l'apparition, du côté du point nord de l'horizon, d'une grande quantité de lumière diffuse qui augmentait sans cesse, mais en s'étendant plus en azimut qu'en hauteur. Cinq minutes après environ, trois faisceaux lumineux se détachaient très-distinctement : celui du milieu s'élevant à une hauteur de 25 à 30 degrés; les deux autres, symétriques par rapport à celui-ci; tous les trois semblant diverger d'un point situé assez bas au-dessous de l'horizon. Presque en même temps se formait un quatrième faisceau émanant du même point que les premiers et passant par les étoiles δ et η de la Grande Ourse.

» A ce moment, toute la portion du ciel, comprise entre la tête du Dragon et la queue de la Grande Ourse, était assez vivement illuminée et les belles étoiles de cette région disparaissaient presque complétement. L'intensité a été ensuite en diminuant; les faisceaux, s'élargissant de plus en plus, n'ont pas tardé à se confondre, et l'on vit reparaître la lumière diffuse qui avait signalé le commencement du phénomène. A ce moment même se formait un nouveau faisceau, divergeant toujours du même point et aboutissant à α Cygne; son éclat, moindre du reste que celui des premiers, a éprouvé, à deux reprises, des variations sensibles. Le phénomène a duré environ un quart d'heure. »

M. le général Didion fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Expression du rapport de la circonférence au diamètre et nouvelle fonction ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la Chaire d'Embryogénie comparée, vacante au Collége de France.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 49,

M. Gerbe obtient.	25 suffrages.
M. Balbiani.	23 »
M. Dareste.	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 48,

M. Balbiani obtient. . . . . 35 suffrages.
M. Dareste. . . . . 11 »

Il y a deux bulletins blancs.

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne. . . . . M. **Gerbe**.
En seconde ligne. . . . . M. **Balbiani**.

MÉMOIRES LUS.

VITICULTURE. — *Sur un moyen de préserver les vignes menacées par le Phylloxera.* Note de M. **de La Vergne**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie le résultat des études que j'ai faites dans le but de découvrir un bon moyen de préserver les vignes des atteintes du Phylloxera.

» Du jour (15 juillet 1868) où MM. Planchon, Sahut et Bazille eurent découvert l'insecte qui cause la maladie nouvelle de la vigne, la viticulture était, ce me semble, en possession des faits essentiels dont l'étude pouvait la conduire sûrement à la découverte d'un moyen de salut; car elle connaissait la cause efficiente du mal et ses modes de propagation. Les foyers d'infection dans une parcelle de vigne déterminée, par leur élargissement continu et progressif autour du point d'attaque initial, sans épargner une seule souche, indiquaient assez la propagation souterraine que l'insecte exécute en passant des racines d'un cep à celles d'un cep voisin. Les foyers d'infection qui, dans la même parcelle, s'établissent, à divers intervalles de temps et d'espace, indiquaient plus ou moins la propagation par cheminement à la surface du sol, et les foyers successivement établis à des distances plus ou moins considérables les unes des autres, dans la même contrée ou dans différentes régions, faisaient admettre nécessairement la propagation par le vol de l'insecte, s'il avait des ailes et si ces ailes pouvaient lui servir pour voler ou par les courants d'air.

» Nul, que je sache, n'a contesté, même au début des études sur le Phylloxera, l'existence de ces divers modes de propagation. En ce qui me concerne, je l'ai affirmée et démontrée dans mes écrits, dès le mois de juillet 1869. Au surplus, M. Faucon et plusieurs autres après lui ont constaté *de visu*, en 1872 et depuis, la propagation par cheminement à la surface du sol.

» La voie ordinaire par laquelle le Phylloxera émigre du cep pour immigrer vers les racines d'un autre cep semble se trouver dans l'intervalle qui existe fréquemment entre la terre et la tige de l'arbuste. Il a peut-être d'autres voies, les fentes ou crevasses que la sécheresse détermine dans le sol; les galeries que les animaux fouisseurs ouvrent de tous côtés; les chemins que lui font les racines des herbes croissant autour des ceps; enfin les vides que laissent autour des mottes de terre les façons que la vigne reçoit. En présence de ces faits bien connus, j'ai toujours cru pouvoir dire que, s'il n'était pas facile de découvrir promptement un moyen de chasser le Phylloxera des ceps qu'il occupait, il serait du moins possible de l'empêcher d'envahir les ceps où il n'était pas. Et, si j'avais eu le malheur de posséder près de mon vignoble du Médoc un champ d'expérimentation commode, je serais venu plus tôt apporter à l'Académie la Communication d'un moyen de préservation, que j'ai l'honneur de lui faire aujourd'hui. Voici quel est le procédé préventif que je pratique dès à présent et que je conseille de pratiquer sur de grandes étendues :

» Lorsque la vigne est déchaussée selon l'usage ordinaire, mais plus exactement, un ouvrier, homme, femme ou enfant, saisit la tige du cep au ras de terre et en détache, en un tour de main, les fortes écorces, à l'aide d'une lame de bois dur ou de fer, il éloigne du pied de la tige les écorces qu'il a pu y faire tomber, et, en pressant sur son outil, il creuse dans le sol, tout autour du tronc, une rigole de 1 à 2 centimètres de largeur et d'autant de profondeur. Un ouvrier suit le premier, en prenant dans un vase, avec un gros pinceau, du coaltar qu'il laisse tomber dans les rigoles circulaires et dont il badigeonne la tige du cep sur la partie, d'environ 10 centimètres de hauteur, d'où les grosses écorces ont été détachées. On chausse la vigne à la suite de cette dernière opération. Ce traitement doit être appliqué à tous les ceps d'une parcelle entière, sans distinction de ceux qui ont le Phylloxera ou de ceux qui ne l'ont pas.

» S'il y existe déjà des foyers d'infection, il faut les extirper ou les isoler, en faisant un sacrifice assez large pour n'avoir pas à regretter plus tard d'avoir laissé un seul cep en dehors.

» Dans le cas où l'on se borne à pratiquer l'isolement, on creuse, avec un outil spécial, jusqu'au sous-sol, une tranchée de 10 centimètres de largeur. On fait ces opérations pendant l'hiver ou lorsque la terre a été mouillée naturellement ou artificiellement. Dans ces circonstances, on peut extirper les racines et les brûler, sans avoir à craindre que les insectes, qui sont engourdis en hiver et qui ne peuvent pas se déplacer dans la terre mouillée, s'enfuient pour aller s'établir ailleurs.

» La tranchée doit être remplie, à mesure de son exécution, de sable tassé ou de terre coaltarée.

» Le sulfure de carbone, encore à l'étude comme moyen curatif, pourra, j'espère, rendre de grands services pour l'isolement des foyers d'infection. On en fera usage, en creusant jusqu'au sous-sol, à l'aide d'un pal de fer, des trous au fond desquels on introduira 100 grammes de sulfure de carbone, et qu'on bouchera avec de la terre tassée.

» Le coaltar se recommande à la fois par ses émanations, qui éloignent ou tuent les insectes, et par sa viscosité qui les capte. On s'en sert utilement en l'appliquant en larges anneaux sur la tige des arbres, pour empêcher beaucoup d'insectes de monter aux branches ou d'aller s'établir dans la terre au pied du tronc.

» La propriété d'absorber, à cause de sa couleur, la chaleur solaire, propriété qu'on paralyse en le recouvrant d'un lait de chaux, est ici sans effet à cause de la terre dont le chaussage de la vigne le recouvre exactement. Le coaltar est d'un bas prix, et les opérations que j'ai décrites pour son application s'exécutent rapidement par les ouvriers les plus faibles et les moins chers. L'application du coaltar aux vignes ne coûtera pas autant qu'un soufrage bien fait.

» J'ai exposé les détails et la raison de la pratique que je conseille dans une Instruction qui vient d'être imprimée, et dont je prie l'Académie de vouloir bien accepter l'hommage. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur le Problème des trois Corps;* par M. E. MATHIEU.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Dans un Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, le 10 novembre 1873, et dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus*

(t. LXXVII, page 1071), j'ai démontré comment ce problème dépendait de huit équations canoniques

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{dH}{dp_i}, \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{dH}{dq_i} \quad (i = 1,\ 2,\ 3,\ 4),$$

dont on peut tirer l'intégrale des forces vives, et dont on pourrait éliminer immédiatement le temps, qui n'entre que par dt. L'expression de la quantité H y est donnée, ainsi que la signification géométrique des quantités

$$q_1 = r, \qquad q_2 = r_1, \qquad q_3 = \alpha, \qquad q_4 = \alpha_1,$$
$$p_1 = m\frac{dr}{dt}, \quad p_2 = m_1\frac{dr_1}{dt}, \quad p_3 = G_1, \quad p_4 = G.$$

» J'ai montré comment on pouvait déterminer, à chaque instant, le triangle dont les sommets sont sur les trois Corps, l'axe instantané de rotation L autour duquel tourne le plan du triangle, le déplacement infiniment petit de cet axe, enfin l'angle infiniment petit dont ce plan tourne dans cet instant. J'en ai conclu ensuite que le plan du triangle roule, sans glisser, sur un cône dont j'ai donné l'équation différentielle; mais, pour fixer d'après ce cône la position du triangle dans l'espace, j'ai employé une équation différentielle du second ordre dont on peut s'affranchir.

» En général, pour fixer la position du triangle, on peut concevoir un plan Π passant par le corps fixe M, et une droite fixe A menée par M dans ce plan. Le plan P du triangle le rencontre suivant une droite S qui fera avec la droite A un angle σ; soit ensuite U l'angle de P avec Π, et soit ν l'angle de S avec l'axe L de rotation. Il suffira de déterminer les trois éléments U, σ, ν. Or les résultats prennent une forme extrêmement simple, si l'on choisit pour Π le plan invariable de Laplace. Alors on a

$$\nu = \alpha_1 + \beta,$$

β étant l'angle du rayon vecteur r avec l'axe de rotation, quantité que l'on calcule très-facilement d'après ce que j'ai indiqué; on a ensuite

$$\cos U = \frac{G + G_1}{C},$$

C^2 étant la constante provenant de la somme des carrés des intégrales des aires; enfin on obtient σ par une quadrature, d'après la formule

$$d\sigma = \frac{C}{\sin^2(\alpha_1 - \alpha)}\left(\frac{\sin^2\alpha}{mr^2} + \frac{\sin^2\alpha_1}{m_1 r_1^2}\right) dt.$$

» En Astronomie, on imagine que les orbites des corps célestes sont des ellipses dont la forme et la position varient à chaque instant; cette concep-

tion n'a d'utilité qu'à cause du peu de grandeur des variations de ces orbites, mais elle ne saurait être supprimée en Astronomie. Or ma théorie permet de déterminer très-facilement, au moyen des quantités qui y sont recherchées, les orbites de deux planètes tournant autour du Soleil, en ayant égard à leurs actions mutuelles.

» Après avoir obtenu les huit équations canoniques, on est porté à croire que, si l'on ajoutait les huit intégrales de ces équations aux trois intégrales des aires, on obtiendrait onze intégrales distinctes; mais on tomberait ainsi dans une grave erreur. En effet, dans la solution que je donne du problème des trois Corps (voir *Comptes rendus* cités), j'imagine que l'on ait trouvé les intégrales du système canonique et, après y avoir ajouté l'équation résultant de la somme des carrés des trois intégrales des aires, j'achève la solution du problème par des considérations purement géométriques, c'est-à-dire sans faire intervenir aucun principe de Mécanique. Or il est évident que ma solution doit dépendre des trois équations des aires; il en résulte que deux combinaisons des trois équations des aires doivent être renfermées dans le système des équations canoniques.

» Cependant cette proposition est assez importante pour qu'on désire en avoir une démonstration directe, et d'autant plus qu'il ne suffit pas de savoir que deux combinaisons des équations des aires sont contenues dans les équations canoniques; il importe encore de savoir en quelle manière elles y sont renfermées. Or je suis parvenu à combiner les équations des aires, de manière à obtenir les deux équations suivantes :

$$\begin{aligned} 0 = {} & \frac{dG}{dt} + \frac{dG_1}{dt} \\ & + \frac{C^2 - (G + G_1)^2}{\sin^3(\alpha_1 - \alpha)} \left[\sin\alpha \sin\alpha_1 \left(\frac{1}{mr^2} - \frac{1}{m_1 r_1^2} \right) - \left(\frac{\sin^2\alpha}{mr^2} - \frac{\sin^2\alpha_1}{m_1 r_1^2} \right) \cos(\alpha_1 - \alpha) \right], \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 = {} & \frac{sm(\alpha - \alpha_1)}{C^2 - (G + G_1)^2} \left(\frac{\sin^2\alpha}{mr^2} + \frac{\sin^2\alpha_1}{m_1 r_1^2} \right) (G + G_1) \left(\frac{dG}{dt} + \frac{dG_1}{dt} \right) \\ & + \left(\frac{\sin\alpha \sin\alpha_1}{mr^2} + \frac{\sin^2\alpha_1 \cos(\alpha_1 - \alpha)}{m_1 r_1^2} \right) \frac{d\alpha}{dt} \\ & - \left(\frac{\sin\alpha \sin\alpha_1}{m_1 r_1^2} + \frac{\sin^2\alpha \cos(\alpha_1 - \alpha)}{mr^2} \right) \frac{d\alpha_1}{dt} \\ & + \frac{\sin\alpha \sin\alpha_1}{mr^2 m_1 r_1^2} (G - G_1) + \frac{G \sin^2\alpha_1 \cos^4(\alpha - \alpha_1)}{m^2 r^4} - \frac{G_1 \sin^2\alpha_1 \cos(\alpha_1 - \alpha)}{m_1^2 r_1^4}. \end{aligned}$$

» Quand on a obtenu ces deux équations, il n'y a plus aucune difficulté à vérifier qu'elles sont des combinaisons de quatre des équations du système canonique. Ainsi se trouve démontré, de deux manières, un point sur lequel plusieurs géomètres se sont trompés. »

PHYSIQUE. — *Sur la résistance des tubes de verre à la rupture.* Note de M. L. Cailletet.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Desains.)

« En continuant mes expériences sur la compressibilité des gaz, j'ai été amené à rechercher de quelles quantités se déforme un cylindre creux en verre, soit qu'on le comprime intérieurement, soit qu'on exerce des pressions sur ses parois extérieures.

» L'appareil que j'emploie est un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, en forme de calotte sphérique, et qui porte soudé à son autre extrémité un tube capillaire. Cette sorte de thermomètre se remplit, soit de mercure, soit d'un liquide coloré. Lorsqu'on veut mesurer la déformation que subit l'enveloppe dans le cas d'une compression exercée sur ses parois extérieures, il suffit, par un procédé plus facile à employer qu'à décrire, de mastiquer le tube dans un ajutage de cuivre qui s'adapte sur le tube-laboratoire de mon appareil à pression.

» Lorsqu'on foule de l'eau dans le tube-laboratoire, le réservoir se comprime et le liquide coloré monte dans le tube capillaire. En déterminant préalablement, par des pesées de mercure, les volumes du réservoir et du tube capillaire, il est facile de savoir de quelle quantité varie le volume du réservoir pour une pression donnée. Pour déterminer l'augmentation que subit le réservoir, dans le cas où la pression est exercée intérieurement, je me suis servi d'un procédé qui avait déjà été employé par M. Jamin, dans ses recherches sur la compressibilité des liquides, ainsi que je l'ai récemment appris. Ce procédé, très-exact, consiste à renfermer le réservoir dans un cylindre de verre soudé à un tube capillaire; en remplissant avec un liquide coloré l'espace compris entre les deux tubes, le liquide s'élèvera dans le tube capillaire, lorsqu'il sera poussé par la dilatation de l'enveloppe.

» J'ai expérimenté sur des tubes d'épaisseurs et de diamètres différents; je ne rapporterai, dans cette Note, qu'un petit nombre des résultats que j'ai obtenus.

» Un réservoir de verre mince, $0^{mm},55$, et de 17 millimètres de diamètre total, s'est écrasé sous une pression de 77 atmosphères. Il suffirait de développer dans son intérieur une pression de 38 atmosphères pour le briser. Un réservoir de verre blanc ordinaire ayant :

Diamètre intérieur	$9^{mm},05$
Épaisseur du verre	$1^{mm},05$
Volume	$6^{cc},996$

a été comprimé sur ses parois extérieures; le liquide qu'il contenait s'est élevé dans le tube capillaire, à

20	atmosphères,	de	6	millimètres
40	»		12	»
60	»		18	»

soit de 6 millimètres pour 20 atmosphères, avec une erreur d'environ $\frac{1}{2}$ millimètre, qui provenait sans doute des indications fournies par mes manomètres. L'expérience a été poussée jusqu'à 460 atmosphères, et l'élévation du liquide est restée, jusqu'à la fin de l'expérience, proportionnelle à la pression. Dans l'expérience que je viens de rapporter, le coefficient de compressibilité de l'enveloppe était de 0,0000013 pour 1 atmosphère.

» Le même réservoir comprimé intérieurement à 104 atmosphères s'est brisé. Les éclats sont très-réguliers de formes et de dimensions; les cassures sont dirigées suivant les génératrices du cylindre.

» J'ai recherché si l'enveloppe subissait une déformation permanente sous des pressions élevées. J'ai toujours constaté que le liquide reprenait son niveau primitif lorsque la pression était supprimée; la déformation permanente n'avait donc pas eu lieu, même après une pression de 120 à 300 atmosphères supportée par le réservoir pendant six heures.

» Il résulte de mes recherches :

» 1° Qu'un réservoir de verre se brise bien plus facilement par une pession intérieure que par écrasement;

» 2° Que les quantités dont le volume du réservoir varie sont proportionnelles à la pression, au moins dans des limites très-étendues, surtout dans le cas où cette pression s'exerce sur les parois extérieures.

» En me basant sur ces propriétés des enveloppes de verre, j'ai été conduit à employer comme manomètre l'instrument que j'ai décrit; je l'ai expérimenté pendant mes recherches sur la compressibilité des gaz. Ce manomètre, qui est d'une construction des plus simples, était en relation avec deux grands manomètres à air libre que j'ai déjà eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, à l'occasion de mes diverses recherches sur les pressions: pendant toutes ces expériences, j'ai pu constater la précision et la très-grande sensibilité de ce petit appareil. La seule condition qui soit indispensable à son fonctionnement est la fixité de la température. Dans les expériences de laboratoire, elle peut être absolue au moyen de la glace fondante; dans l'industrie, un bain d'eau à température constante suffirait. La graduation étant placée sur une règle mobile, le manomètre pour-

rait fonctionner à des températures plus ou moins élevées, puisqu'il suffirait de placer l'origine de la graduation au niveau atteint par le liquide, à la température de l'expérience. »

OPTIQUE. — *Sur l'emploi d'un prisme biréfringent pour la détermination des axes des ellipses.* Note de M. **Ed. Jannettaz.**

(Commissaires : MM. Fizeau et Jamin.)

« On éprouve souvent de grandes difficultés, lorsqu'on cherche à déterminer les axes des figures de forme elliptique.

» C'est ce qui m'est arrivé plus d'une fois dans la recherche des conductibilités thermiques. En reproduisant, d'après le procédé de de Senarmont plus ou moins modifié, les ellipses qui font connaître les rapports de ces conductibilités sur des plaques taillées suivant différentes directions, dans des substances cristallisées, j'ai pu les orienter facilement par rapport aux lignes cristallographiques, lorsque les cristaux où je les observais appartenaient à des systèmes dont les axes cristallographiques sont rectangulaires; dans ce cas, en effet, les axes de cristallographie et ceux de conductibilité sont parallèles entre eux. Il n'en est plus de même pour les substances cristallisées, dont la symétrie se rattache à celle des formes à axes obliques. Il est pourtant nécessaire de savoir la position des axes des courbes de conductibilité dans ces corps. J'ai eu jusqu'ici recours à des constructions pénibles, à des dessins toujours imparfaitement fidèles, à d'assez longs calculs; mais à ces procédés je substituerai désormais le suivant, qui simplifie la recherche.

» Si l'on regarde une ellipse au travers d'un rhomboèdre de spath, ou mieux d'un prisme biréfringent rendu achromatique on aperçoit deux images de la courbe, lesquelles se coupent en général, et occupent l'une par rapport à l'autre des positions très-variables; mais si l'on tourne le spath, de manière que la section principale devienne parallèle au grand axe de la courbe observée, les deux images se placent de façon que leurs grands axes apparaissent sur le prolongement l'un de l'autre, et la droite qui joint leurs deux points d'intersection est alors perpendiculaire à cet axe.

» Si donc l'on coiffe d'un prisme biréfringent l'oculaire d'une lunette, et qu'en outre on dispose au foyer de l'oculaire un premier fil parallèle à la section principale du prisme, que l'on puisse déplacer parallèlement à sa direction, puis un deuxième fil perpendiculaire au premier, que l'on

puisse déplacer aussi parallèlement à lui-même, si enfin le prisme biréfringent emporte avec lui, lorsqu'on le fait tourner autour de l'axe optique de la lunette, et le système de ces deux fils et un index qui court le long d'un cercle divisé fixé au tube du microscope, on aura un petit appareil au moyen duquel on résoudra pratiquement, et sans constructions ni calculs, le problème proposé; car, lorsqu'on aura tourné le spath, de manière que les deux images de la courbe paraissent avoir leurs grands axes parallèles, il suffira de déplacer l'un des fils jusqu'à ce qu'il passe par les deux points d'intersection de ces deux images. S'il coupe réellement les deux courbes aux points où elles se coupent elles-mêmes, c'est qu'il est perpendiculaire au grand axe de l'ellipse dont elles sont les images vues par réfraction. On peut vérifier facilement cette position du fil en faisant tourner le prisme biréfringent de 90 degrés; car l'intersection des deux images deviendra parallèle au second fil, que l'on pourra déplacer, jusqu'à ce qu'il se confonde avec elle.

» Si l'on munit l'un des fils d'une petite vis micrométrique, le déplacement qu'il subit pour être amené successivement aux deux points de contact opposés avec la courbe, ou avec ses deux images, permet évidemment de mesurer la longueur de l'axe perpendiculaire aux deux tangentes.

» Enfin, pour mesurer l'angle des axes de la courbe et d'une ligne cristallographique de la plaque, on n'aura plus qu'à suivre la marche indiquée par Leeson, puisque le prisme biréfringent joue ici exactement le même rôle que dans son goniomètre (1).

» J'ai confié à M. Laurent l'exécution de ce petit appareil, qui ne demande pour être facile à manier qu'un habile constructeur. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles bandes surnuméraires produites dans les solutions de chlorophylle, sous l'influence d'agents sulfurés*; par M. J. Chautard.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les phénomènes relatifs aux spectres d'absorption des liquides organiques colorés (sang, bile, chlorophylle) ont pris un grand intérêt, par les applications chimiques, physiologiques et toxicologiques que l'on peut en faire à chaque instant. Il devient donc important de rechercher et de faire connaître toutes les actions qui peuvent modifier les apparences sur lesquelles se fonde l'analyse de ces liquides colorés.

(1) Voir *Muller's Lehrbuch der Physik*, Braunschweig, 1864, 6 Auflage, 1, 910 et 911.

» J'ai essayé dans mes Communications précédentes (1) de résumer les diverses altérations que le spectre de la chlorophylle peut éprouver sous les influences les plus diverses, et je suis arrivé à des conclusions qui ont fait l'objet de la dernière Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie.

» La nature du dissolvant exerce sur ces phénomènes une influence considérable. Déjà j'ai signalé le peu d'altérabilité de la matière verte des végétaux, dissoute dans les huiles fixes; j'ajouterai encore que plusieurs huiles médicinales des pharmacies ont été maintenues à l'air et en pleine exposition du midi, pendant huit ou dix mois, sans que leur teinte ait changé; les bandes dans le vert ont légèrement pâli, en se déplaçant un peu.

» Dans la benzine, l'altérabilité de la chlorophylle est assez prompte sous l'influence du soleil, mais infiniment moins que dans l'alcool : toutefois, si à ce dernier on ajoute un peu de potasse, la couleur verte persiste plus longtemps, en même temps que la bande du rouge finit à la longue par *se dédoubler*, comme elle le fait immédiatement sous l'influence de la chaleur. C'est là un fait capital, qui donne parfaitement la clef du phénomène produit par les olives et que j'ai indiqué antérieurement.

» Le même dédoublement s'opère sous l'action prolongée du sulfhydrate d'ammoniaque; cependant la seconde bande n'apparaît pas toujours à la même place : quelquefois elle se présente dans la partie du rouge la moins réfrangible. Les circonstances qui produisent ces modifications sont assez difficiles à préciser. Malgré cela, je suis parvenu à me rendre maître de la réaction d'une manière très-nette, dans certaines conditions déterminées, soit à l'aide de chlorophylle dissoute dans le sulfure de carbone, soit avec une solution alcoolique de chlorophylle de certaines crucifères, de choux par exemple, additionnée d'un peu d'ammoniaque. Il faut plusieurs mois de séjour à l'obscurité pour que l'effet se produise.

» Toutes les bandes *surnuméraires*, signalées précédemment dans la chlorophylle, ont été observées dans la partie du spectre plus réfrangible que le rouge. Il n'y a d'exception que pour les bandes que je nomme *accidentelles* et qui prennent naissance dans le rouge naissant, avec de la chlorophylle récente dissoute dans l'alcool et traitée par quelques gouttes d'acide chlorhydrique; or c'est précisément vers cette même région qu'apparaît la seconde bande dans la solution sulfocarbonique de chlorophylle, ou

(1) *Comptes rendus*, 30 décembre 1872; 13 janvier, 3 mars, 21 et 28 avril, 19 mai, 8 septembre 1873.

dans la solution ammoniacale de feuilles de crucifères. Cette bande est très-fine, quelquefois assez pâle, et exige une bonne disposition d'appareil pour être observée. La bande *spécifique* du rouge reste à sa place et parfaitement intacte, tandis qu'à côté et dans la région rouge obscure apparaît la bande surnuméraire en question. Les rayons lumineux rouges et verts permettent à cette raie de se développer plus facilement, mais, dans tous les cas, il faut toujours plusieurs semaines pour la voir apparaître.

» Je ne saurais trop insister sur cette particularité fort remarquable, eu égard aux applications dont la recherche de la chlorophylle peut être l'objet dans les matières excrémentitielles, lesquelles renferment souvent des éléments sulfurés, donnant naturellement naissance aux apparences que je viens d'indiquer. Une fois prévenu du fait, il est toujours facile d'en tenir compte et de distinguer les bandes *surnuméraires* de la chlorophylle des bandes fixes de la bile, les seules avec lesquelles, au premier abord, on pourrait les confondre (1). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de conservation des bois.* Note de M. A. HATZFELD. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Boussingault, Decaisne, Bussy.)

« La question de la préservation des bois appliquée aux traverses des chemins de fer, poteaux télégraphiques, bois de service, etc., devient, de jour en jour, plus urgente, en présence de l'accroissement des voies ferrées. De toutes les matières employées jusqu'à ce jour, il n'en reste guère que deux en usage : le sulfate de cuivre et la créosote.

» Le sulfate de cuivre ne donne que des résultats imparfaits et très-variables. On le comprend facilement : ce sel, très-soluble, doit nécessairement être en partie délayé par les eaux de pluie et l'humidité du sol, de sorte qu'au bout d'un certain temps l'action préservatrice disparaît; de plus, il se produit assez fréquemment dans le bois des altérations qui tiennent à l'impureté du sel employé ou à sa réaction acide, circonstances qu'il est bien difficile d'éviter, lorsqu'on opère industriellement, avec des

(1) L'auteur prie les personnes qui seraient tentées de réaliser les différentes réactions, de vouloir bien se reporter aux dispositions expérimentales indiquées dans les Notes précédentes. Le spectroscope à un prisme est celui qui réussit le mieux ; les spectroscopes de laboratoire à plusieurs prismes, ou les spectroscopes adaptés aux microscopes, ne peuvent convenir à ces recherches, à cause d'une trop grande absorption de lumière.

matières dans lesquelles entre, à l'état de combinaison, un acide énergique ayant pour base un métalloïde, tel que le chlore, le soufre, l'azote, etc.

» Quant à la créosote, c'est une substance relativement rare, d'un prix élevé, de nature inflammable et, par suite, difficile à transporter et à manier; de plus, et c'est peut-être la considération la plus grave, c'est un produit qui, comme ceux qu'on extrait de la houille, peut, d'un jour à l'autre, par suite d'une découverte analogue à celle de l'aniline, acquérir une haute valeur industrielle; l'emploi en deviendrait impossible pour la préservation des bois.

» Il est donc permis d'admettre que ces deux substances ne remplissent qu'imparfaitement les conditions nécessaires, et il devient utile de rechercher s'il n'existe pas d'autre matière pouvant utiliser tous les chantiers existants, c'est-à-dire être injectée indifféremment par les procédés Boucherie (action du poids d'une forte charge de liquide) ou Bréant modifié (actions successives, en vase clos, du vide et d'une pression de plusieurs atmosphères.) Je propose le tannate acide de protoxyde de fer. Voici sur quelles considérations je me fonde.

» On sait que le bois se compose de cellulose, formant des cellules dans lesquelles s'est déposée peu à peu, dans les bois parfaits, la lignine, concrétion dure et qui domine dans les bois résistants, tels que l'ébène, le gaïac, le chêne, les noyaux, les coques de noix, etc. Le bois contient, de plus, de la séve, qui tient en suspension des matières gommeuses, des substances azotées, albumineuses, des principes colorants, etc.; ce sont là les éléments de la destruction des bois, qui, en présentant une nourriture abondante et agréable aux parasites animaux et végétaux, subissent une décomposition plus ou moins rapide, et entraînent, par leur altération, celle des autres éléments du bois.

» Si l'on parvient à expulser ces matières essentiellement putrescibles ou à les engager dans des combinaisons fixes et inaltérables, on empêchera leur décomposition et, par suite, celle des autres substances organiques plus résistantes, cellulose et lignine. Or un certain nombre de faits d'observation semblent démontrer que l'action du tannin sur les tissus végétaux doit être analogue à celle qu'il exerce sur les tissus animaux, en y opérant une sorte de tannage, qui aura pour résultat de former des tannates albumineux, durs et imputrescibles, tout à fait analogues aux tannates gélatineux produits dans le tannage des peaux.

» Ainsi le collage des vins se fait aussi bien au blanc d'œuf (matière

albumineuse) que par la colle de poisson (matière gélatineuse); l'acide tannique contenu dans le vin forme, avec l'une ou l'autre de ces matières, un réseau solide qui enveloppe et précipite la lie au fond du tonneau. L'infusion d'écorce de chêne conserve les peaux des animaux, et s'emploie également pour garantir de la pourriture les filets des chasseurs et des pêcheurs. Enfin, parmi les bois exotiques ou indigènes, tendres ou durs, les plus résistants sont les plus riches en acide tannique : ainsi, parmi les bois indigènes, le chêne, le châtaignier, le premier remarquablement dur, le deuxième assez tendre, se conservent tous deux pendant de longues années, et l'on ne peut douter que ce ne soit sous l'influence de l'acide tannique dont ils sont imprégnés, qui réagit, après l'abatage des bois, sur les matières azotées et albumineuses contenues dans leurs vaisseaux capillaires. On est donc fondé à admettre que l'injection d'une solution d'acide tannique dans les bois de diverses essences assurera leur conservation, en les mettant, au point de vue chimique, dans des conditions analogues à celles dans lesquelles se trouve le chêne après l'abatage.

» Mais il ne suffit pas de préserver les bois tendres de la pourriture, il faut encore les durcir, et, bien qu'au moyen de l'action de l'acide tannique on y arrive jusqu'à un certain point, par la transformation des matières molles contenues dans les canaux séveux, il est important de donner aux bois d'essence tendre un plus grand degré de dureté, pour pouvoir les employer aux usages industriels. J'arrive à ce résultat en faisant intervenir la remarquable propriété du tannate de fer, qui, *parfaitement soluble* et même incolore à l'état de protoxyde, se transforme sous l'influence de l'air en un *sel insoluble* d'une couleur noire intense. Dissous dans l'acide tannique, à l'état de sel soluble, dans des proportions qui varient selon le degré de dureté à donner au bois, il se transforme rapidement sous l'influence de l'air, se dépose dans les cellules du bois à l'état solide, et lui fait subir une sorte de pétrification, qui augmente encore l'inaltérabilité résultant de l'action de l'acide tannique.

» Ainsi se trouve résolue, d'une manière simple et pratique, la question de l'introduction d'un sel insoluble dans le bois. On peut opérer en injectant successivement l'acide tannique, puis un sel de fer soluble, ou au moyen d'une opération unique en injectant, à l'abri de l'air, le tannate de protoxyde de fer préparé à l'avance.

» Des résultats d'expériences démontrent l'efficacité de ce système; en effet, on trouve fréquemment dans les terrains ferrugineux des chênes très-anciens, de couleur noire et dans un état parfait de conservation; j'en

citerai un exemple tout à fait remarquable. En 1830, on a retrouvé, à Rouen, des morceaux de bois de chêne provenant des pilotis d'un pont fondé en 1150; ce bois ressemble à l'ébène, dont il a acquis la dureté et la couleur; l'analyse chimique a démontré que cette modification était due à la présence du tannate de peroxyde de fer (*Chimie* de Berthier). Le raisonnement et l'expérience s'accordent donc pour conclure en faveur du procédé que je propose.

» *Matières premières et prix de revient de l'injection.* — L'écorce de la plupart des arbres, les jeunes rameaux et les feuilles, notamment des chênes, bouleaux, ormes, sumacs, châtaigniers, noyers, etc., les racines de tormantille et de bistorte, le brou des noix, des marrons, les extraits de bois exotiques, renferment le tannin en grande proportion et lui doivent leurs propriétés astringentes.

» Dans l'état actuel de l'industrie, on peut se procurer le tannin à 1 franc le kilogramme au plus, au moyen des extraits de bois employés dans la teinture; mais il faut remarquer que ces produits, employés seulement aujourd'hui au point de vue de la tannerie et de la teinturerie, n'utilisent qu'une bien faible quantité des ressources que présente le règne végétal. Il n'est pas douteux qu'une consommation considérable de ce produit amènerait la création de nombreuses usines, principalement dans les régions pauvres où croissent le châtaignier et autres essences convenables. La richesse industrielle du pays serait ainsi augmentée, en même temps que le prix de revient de ce nouveau produit baisserait notablement. En admettant même le prix actuel, 600 grammes suffisant pour l'injection d'une traverse, le prix de revient de l'acide tannique ne dépasserait pas $0^{fr},60$ par traverse.

» Quant aux sels de fer, ils sont d'un prix tellement minime, que c'est à peine s'il y a lieu d'en tenir compte. Les sels de protoxyde de fer, solubles dans l'acide tannique, carbonate, sulfate, protochlorure, pyrolignite, sont faciles à se procurer ou à préparer. Le pyrolignite, qui semble le mieux convenir, vaut 20 francs les 100 kilogrammes, et, au titre de 20 degrés Baumé, contient environ 7 pour 100 de fer. L'acide tannique en neutralisant 12 pour 100 de son poids, si l'on adopte pour produit normal à injecter $\frac{4}{5}$ d'acide tannique et $\frac{1}{5}$ de tannate de protoxyde de fer, qui reviendra de $0^{fr},05$ à $0^{fr},06$, on arrive, en tout, à une dépense, par traverse, de $0^{fr},65$.

» Des essais en grand sont, en ce moment, en cours d'exécution, pour la Compagnie des Chemins de fer de l'Est et l'Administration nationale des télégraphes, avec l'autorisation et le concours de M. le Ministre de l'Intérieur. »

CHIMIE. — *Sur la dureté et la densité du charbon de sucre pur.* Note de M. F. MONIER.

(Renvoi à l'examen de M. Berthelot.)

« 1° Le sucre candi en gros cristaux blancs renferme un dix-millième et demi de cendre, et donne, en vase clos, 17 à 18 pour 100 de carbone que l'on peut considérer comme pur (1). La densité de ce charbon oscille entre 1,81 et 1,85. Cette détermination présente quelques difficultés; il faut, en effet, maintenir le flacon qui renferme la poudre et l'eau distillée à la température de 100 degrés pendant une heure, pour en chasser complétement les bulles de gaz.

» 2° Le charbon précédent, obtenu à une température relativement basse (900 à 1000 degrés), coupe le verre très-facilement, et sa dureté croît avec la pureté du sucre soumis à l'expérience; mais sa cohésion est très-faible. Ainsi, en coupant le verre, il s'écrase en même temps sur la partie rayée; cela tient évidemment à sa grande porosité.

» Je suis parvenu à le rendre très-compacte, en mélangeant sa poudre à 25 ou 30 pour 100 de sirop, et tassant cette pâte dans un tube de porcelaine fermé à un bout; en chauffant ensuite au rouge, j'obtiens un cylindre de carbone encore très-poreux, mais s'écrasant difficilement. Pour le rendre plus dense, il suffira de le plonger dans du sirop bouillant; en laissant refroidir, le sucre pénétrera à l'intérieur du charbon, et, si on le porte de nouveau au rouge blanc, une nouvelle couche de carbone se déposera dans toutes ses petites cavités, tout en augmentant sa dureté. On pourra répéter plusieurs fois cette même expérience avec du sirop pur. Le crayon de graphite, qu'on obtient ainsi à une température de 900 à 1000 degrés, raye légèrement le quartz; à une température plus élevée (1200 à 1300 degrés), sa dureté paraît être celle de la topaze, mais elle est moins grande que celle du corindon ou de l'émeri.

» 3° Je suis parvenu aussi à agglomérer la poudre de ce charbon avec 20 à 25 pour 100 de goudron, saturé de brai sec; j'ai obtenu ainsi plus facilement des charbons denses, mais renfermant plus de cendres que le précédent.

» Le coke qui a subi une demi-combustion raye également le verre; mais sa dureté peut provenir de la silice; il renferme, en effet, de 20 à 30

(1) Ce charbon renferme à peu près un millième de cendre.

pour 100 de cendres, tandis que, dans le charbon de sucre, la dureté est due au carbone seul.

» Le miel donne aussi un charbon dense et ayant les mêmes propriétés. Il serait intéressant de le soumettre, ainsi que celui de sucre, à une température très-élevée, qu'on obtient si facilement à l'aide du chalumeau à gaz de MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray. »

MÉCANIQUE. — *Principes du vol des oiseaux*. Note de M. E. BERTIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bertrand, Tresca, Resal.)

« La Note dont je donne ici le résumé est consacrée à l'explication du vol des oiseaux par le raisonnement bien plutôt que par le calcul. L'étude exacte de la question exigerait, ce me semble, des données expérimentales qui font défaut, mais on peut du moins, en s'appuyant sur des faits connus, exposer, non-seulement le principe fondamental du vol, mais encore analyser avec quelque détail les différences qu'il présente selon la forme et la dimension des ailes de l'oiseau, selon la vitesse et la direction du mouvement de translation que l'oiseau veut réaliser.

» Le plus souvent, le vol a lieu dans une direction horizontale ou presque horizontale; l'oiseau est animé d'une très-grande vitesse, les battements des ailes ont peu d'amplitude et ne s'exécutent qu'à de longs intervalles. Entre les battements, l'oiseau, les ailes étendues, se tient incliné et présente à l'air toute la partie inférieure de son corps et de ses ailes, de sorte que la résultante de la pression qu'il subit est dirigée de bas en haut et d'avant en arrière; cette résultante et le poids P sont alors les deux seules forces en jeu. Nous pouvons regarder la résistance comme coïncidant en direction et en intensité avec celle qui s'exercerait sur un certain plan incliné par rapport à la trajectoire, comme l'est en moyenne la surface inférieure du corps et des ailes; on peut, pour l'étude du mouvement, considérer, au lieu de l'oiseau, ce plan moyen, en le supposant pesant et doué d'une certaine épaisseur; la résistance de l'air sur la tranche du plan reste toujours très-faible, comparativement à celle exercée sur le plan proprement dit, l'aile des oiseaux étant très-mince.

» Toute surface en mouvement dans un fluide rencontre deux résistances distinctes, l'une normale, due à la pression du fluide refoulé en avant et raréfié en arrière, l'autre tangentielle, due au frottement de l'air qui glisse sur la surface. La première force est proportionnelle au carré de

la vitesse, peut-être à une puissance plus élevée quand la vitesse est très-grande. La seconde force est proportionnelle à la simple vitesse; quand les vitesses sont considérables, comme dans le vol, la seconde force s'annule donc en présence de la première : ainsi, bien que les expériences n'aient pas été faites avec des vitesses de l'ordre de celles qui se rencontrent dans le vol, il est permis d'admettre que la résistance totale sur le plan moyen considéré est normale à ce plan. La résistance normale sur la tranche du plan se combine avec la résistance précédente, et la résistance totale fait, avec la normale au plan moyen, un certain angle, d'autant plus faible que les ailes ont plus d'étendue.

» Supposons la trajectoire horizontale; soit α l'angle de la résistance totale avec la verticale, angle légèrement supérieur à celui du plan moyen de l'oiseau avec l'horizontale. La résistance se décompose en deux forces : la composante verticale est égale et opposée au poids P de l'oiseau; la composante horizontale, égale à $P \tang\alpha$, produit un ralentissement dV dans le temps dt. L'équation capitale, pour l'étude du vol d'un oiseau, exprimerait la relation qui existe, pour cet oiseau, entre l'angle α et la vitesse. Pour l'étude du vol en général, il faudra savoir comment cette relation varie, d'un oiseau à l'autre, selon le poids P, la surface des ailes et celle du corps des oiseaux. Sans connaître ces lois, il est facile de voir que les valeurs de plus en plus petites de α supposent des angles de plus en plus aigus entre le plan moyen et l'horizontale, et, par suite, des vitesses de plus en plus grandes, la composante verticale de la résistance restant égale à P. A vitesse égale, l'angle α doit être d'autant moindre que la surface des ailes est plus grande.

» La seule force que l'oiseau ait besoin de développer pour maintenir son allure est la force horizontale $P \tang\alpha$, d'autant moindre que l'angle α est plus faible. Le travail de cette force, ou travail utile du moteur dont l'oiseau dispose, est $PV \tang\alpha$; évalué de la sorte, le travail des oiseaux n'a rien qui confonde l'imagination. Si l'on suppose que, pour $V = 20^m$, on ait $\tang\alpha = \frac{1}{20}$, une hirondelle du poids de 20 grammes développe $\frac{1}{3750}$ de cheval-vapeur, travail considérable encore, il est vrai, eu égard à la masse de l'oiseau.

» La force motrice développée peut avoir une composante verticale qui vienne en défalcation du poids P et qui diminue ainsi le travail utile nécessaire pour la locomotion horizontale. Si la force produite est perpendiculaire à la résistance de l'air, elle devient égale à $P \sin\alpha$ seulement; sa projection horizontale est $P \sin\alpha \cos\alpha$, et son travail utile $PV \sin\alpha \cos\alpha$.

» Les ailes ont donc à recevoir des muscles un travail moteur égal au produit du travail utile ainsi évalué par le rendement mécanique de l'organe. Les conditions du mouvement, la vitesse de translation et la direction de la force par rapport à cette vitesse sont d'ailleurs favorables au rendement, qui peut s'approcher des valeurs de 0,6 ou 0,7, qu'il a sur les propulseurs marins. Au point de vue du rendement, l'action dans le sens même de la vitesse, qui exige la production d'une force plus grande, $P \tang \alpha$, est plus avantageuse.

» Si l'oiseau donne un nouveau coup d'aile après un même ralentissement horizontal, on voit, d'après l'expression du ralentissement $\Delta V = P \tang \alpha \Delta t$, que les coups d'aile se succéderont à d'autant plus longs intervalles que la vitesse sera plus grande.

» Le rôle de la pression exercée par l'air sur un plan oblique se retrouve dans le battement même des ailes. Quand les ailes se meuvent verticalement, la vitesse relative de l'air par rapport à elles fait, avec la trajectoire horizontale de l'oiseau, un angle obtus, négatif pendant la montée de l'aile, positif pendant sa descente. L'aile, dans son mouvement, se tord de manière à recevoir toujours la pression de l'air par-dessous : pendant les montées, elle agit comme si elle était au repos; pendant les descentes, elle donne une composante horizontale dans le sens de la marche, exactement comme fait, sur un navire, une voile orientée au plus près. Le mouvement de torsion nécessaire est d'autant moins ample que la vitesse horizontale de translation est plus considérable. Si l'aile a un mouvement d'avant en arrière combiné avec son mouvement vertical, l'angle obtus de la vitesse relative de l'air par rapport à l'aile avec la trajectoire diminue; le vent devient largue. Ces deux effets se produisent d'une manière très-différente sur les diverses parties de l'aile dans le sens de la longueur; les grandes ailes sont plus avantageuses, non-seulement en raison de leur surface, mais encore parce que la portion située loin du corps travaille beaucoup mieux.

» La queue assure la stabilité de route, en arrêtant les embardées qui résulteraient du mouvement des ailes, et qui s'observent dans le vol de la chauve-souris.

» Si maintenant nous considérons un oiseau dépourvu de vitesse horizontale, les conditions sont bien différentes, soit quant au travail à produire, soit quant au rendement mécanique à espérer.

» Sur un oiseau immobile, le travail utile du moteur serait nul, si ce moteur agissait d'une manière continue; mais les ailes laissent s'accomplir, dans ce genre de vol, une série de petites chutes successives. L'oiseau

tombant pendant un temps t, la pesanteur fait un travail $\frac{1}{2}$ Pgt^2; l'oiseau acquiert une force vive égale à ce travail, t étant assez petit pour que la vitesse et la résistance de l'air soient négligeables; pour remonter, il faudra qu'il produise un travail utile égal à la somme du travail et de la force vive, parce qu'il n'a pas, comme dans le vol ordinaire, les moyens de transformer sa force vive en travail élévatoire. S'il y a par seconde n coups d'aile séparés par des intervalles t, le travail utile à produire sera nPgt^2 par seconde; l'oiseau a donc intérêt à multiplier les battements.

» Le travail utile, nPgt^2, dans le vol sur place, est probablement plus faible que le travail PV tang α dans la locomotion horizontale; seulement la force à développer dans le premier cas P est bien plus considérable que la force dans le second cas P tang α ou P sin α. Le travail utile dans le vol sur place devient nul avec un moteur à action continue, parce que le rendement mécanique serait lui-même nul à cause de la force à produire, absolument comme le rendement de la poussée d'une hélice est nul lorsqu'on fait tourner un navire au point fixe. La différence des rendements que l'on obtient, avec une même hélice, selon qu'on ralentit un navire avec une amarre ou qu'on le laisse courir librement, montre très-bien comment le vol sans vitesse horizontale exige beaucoup plus de travail moteur que le vol ordinaire. Les hélices n'ont le même rendement que si la surface de veine fluide qu'elles attaquent est proportionnelle à la résistance que rencontre le navire. Appliquons aux ailes la même loi : pour obtenir dans le mouvement vertical le rendement qui existe dans le mouvement horizontal, il faudrait que, dans le premier cas, la surface des ailes s'augmentât par rapport à la surface réelle dans la proportion des deux résistances P et P tang α, c'est-à-dire dans le rapport de 20 à 1 si tang α peut tomber à $\frac{1}{20}$; avec de semblables ailes les oiseaux, en développant le même travail moteur que dans le vol horizontal, s'élèveraient verticalement avec une vitesse égale au $\frac{1}{20}$ de V.

» L'oiseau est ainsi une sorte de cerf-volant dans lequel le centre de résistance coïncide avec le centre de gravité; la poussée produite par les ailes tient lieu de la tension de la ficelle.

» Les moindres déplacements du centre de gravité par rapport au plan moyen font évoluer l'oiseau dans tous les sens avec la plus grande facilité; le mouvement des pattes suffit probablement à cet effet. L'oiseau étant ainsi maître de la direction de son plan moyen, il peut facilement orienter ses ailes par rapport à ce plan moyen, par le mouvement alternatif qui produit la force motrice. Les battements ont besoin d'être d'autant moins

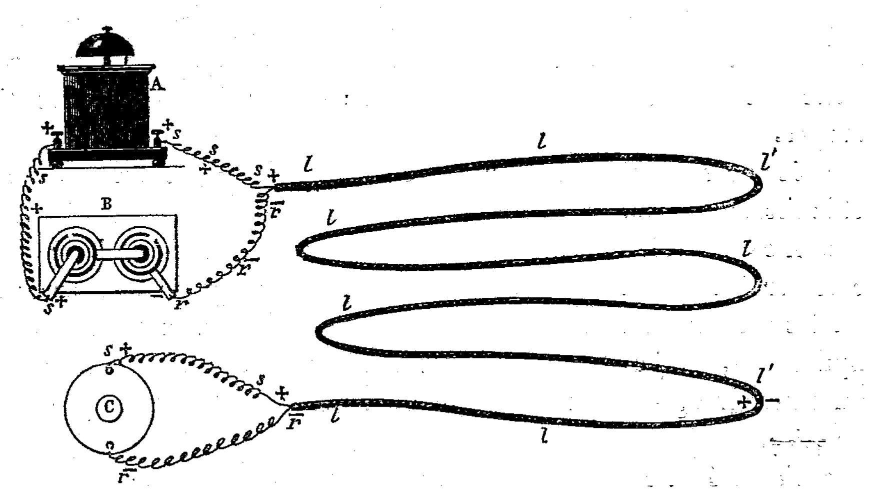
amples que la surface des ailes est plus grande, et d'autant moins fréquents que la vitesse de progression de l'oiseau est plus considérable.

» Les grandes difficultés du vol se rencontrent au moment du départ, quand la vitesse est nulle; à celles que nous avons indiquées, il faut ajouter la faiblesse du point d'appui que les ailes trouvent sur l'air immobile comparativement au point d'appui fourni par de l'air sans cesse renouvelé, suivant la découverte faite récemment par M. Marey.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Câble électrique de sûreté contre les incendies.* Note de MM. **Alph. Joly** et **P. Barbier.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le câble électrique de sûreté a pour but de prévenir, par le *carillon continu* d'une sonnerie (placée dans un endroit très-apparent), qu'un *commencement d'incendie* se déclare dans un lieu quelconque, placé dans le circuit du câble. Ce câble est formé de deux fils métalliques, isolés l'un de l'autre par une couche de gutta-percha (ou autre matière analogue) et fortement cordés par un procédé spécial. Aussitôt qu'un point quelconque du câble vient à s'échauffer par un commencement d'incendie, la matière isolante entre en fusion, les deux fils sont en contact permanent, et le circuit d'un courant, dont les pôles sont reliés à chacun des deux fils, met une sonnerie en mouvement continu.



» Comme contrôle permanent du bon état du système, les deux autres extrémités des deux fils du câble sont reliées à un bouton commutateur, qui permet de fermer artificiellement le circuit. On a ainsi la preuve cer-

taine que le système est prêt à bien fonctionner en cas d'incendie, si la sonnerie marche chaque fois que l'on fait jouer le commutateur.

» Pour plus de commodité, on fait revenir le câble sur lui-même, par un autre chemin, de manière que le bouton de contrôle soit placé très-près de la sonnerie.

» Soient A une sonnerie; B une pile; C un commutateur; *lll'l* un câble composé de la réunion des deux fils isolés *r* et *s*. Le courant de la pile B traverse le câble *lll'l* si le bouton C est pressé; dans le cas contraire, le courant ne passera pas. Si la chaleur d'un commencement d'incendie fait fondre la gutta-percha en *l'*, par exemple, le circuit électrique est fermé, et le carillon fonctionne d'une manière continue. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure de la chaleur;* Mémoire de M. G. West.
(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Wurtz, Berthelot, Resal.)

« Le calorimètre à glace accuse une quantité d'eau de fusion en rapport avec le plus ou le moins de chaleur des substances en expérimentation, et comme cette eau de fusion est toujours dans des conditions de température qui sont identiques, c'est un résultat qui est toujours en proportion rigoureuse avec la cause qui le produit; c'est pourquoi cette eau est une irrécusable mesure de la chaleur, tandis que les échelles de température, basées sur la dilatation, ne donnent que des indications qui diffèrent avec la nature des substances observées; ces échelles ne procurent donc que des repères de température : elles ne sont que des thermoscopes.

» Je me suis proposé de rechercher les relations entre la calorimétrie et la thermométrie.

» A cet effet, je me suis aidé des meilleures données de la science pour calculer l'effet mécanique extérieur d'une calorie que je suppose appliquée à faire monter de zéro à 1 degré C. d'abord du gaz azote, ensuite du gaz hydrogène, et j'ai trouvé pour ces effets mécaniques extérieurs deux quantités kilogrammétriques, qui ne diffèrent entre elles que de moins de $\frac{1}{1000}$.

» J'ai tiré de ces résultats les conséquences suivantes :

» Puisque les deux gaz en question diffèrent entre eux par toutes leurs propriétés physiques, que tous deux sont éloignés de leurs points de liquéfaction, on peut admettre qu'ils sont inégalement éloignés de ces points.

Or, puisque, malgré cette inégalité d'éloignement, une même calorie produit, par l'entremise de ces deux gaz, des effets mécaniques extérieurs presque *identiques*, effets manifestés par des dilatations pareilles, il s'ensuit que, toutes les fois que sur un des gaz réputés parfaits, et à des distances inégales du point de liquéfaction, on applique une calorie, *elle accuse la* dilatation à zéro; et réciproquement, quand une échelle de température est graduée à l'aide de volumes qui sont entre eux en rapport constant, cette échelle indique, pour chaque division, le même nombre de calories.

» J'ai calculé un manuel de correspondance pour passer de l'échelle ordinaire des températures à une échelle proposée; en extrayant ce manuel d'un tableau comparatif de deux séries de volumes du gaz hydrogène. Dans une des séries, les volumes croissent en différence constante, et dans l'autre en rapport constant. Ce manuel est calculé pour des centièmes de degré de $-40°$ à $+262°,40$, ce qui fait 30240 subdivisions.

» La chaleur soulève les problèmes les plus curieux de la science; la chaleur intervient dans toutes les opérations chimiques de l'industrie; la chaleur est aussi l'agent mécanique de l'industrie le plus puissant; en un mot, l'homme, en exerçant son intelligence ou sa puissance sur la matière, trouve dans la chaleur son principal instrument. En donnant une mesure de la chaleur, j'espère avoir résolu une des plus importantes questions qui puissent être posées au monde savant et au monde industriel. »

TÉRATOLOGIE. — *Sur un cas singulier de monstruosité, par absence d'un des membres supérieurs, et conformation extraordinaire de l'autre.* Note de M. Claudot, présentée par M. C. Sédillot.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Le dépôt a été fait, au Musée du Val-de-Grâce, des pièces anatomiques provenant d'un saltimbanque espagnol mort à l'âge de 45 ans, qui appartenait à l'ordre des monstres unitaires autosites, de I. Geoffroy Saint-Hilaire, famille des ectroméliens. A gauche, le membre supérieur manquait complétement, et représentait à droite une variété intermédiaire non encore décrite, entre la phocomélie et l'hémimélie. En effet, le radius et le cubitus faisaient entièrement défaut; en outre, la main était privée de sa moitié interne, c'est-à-dire des trois derniers doigts et des métacarpiens correspondants : il ne restait que le pouce et l'index, dont les premières phalanges étaient réunies supérieurement par fusion osseuse, et consti-

tuaient une pince à branches très-écartées et immobiles. Les deux métacarpiens étaient également soudés en haut, en bas et vers le milieu. Le carpe était réduit à un seul os cuboïde, représentant vraisemblablement la fusion du scaphoïde, du semi-lunaire, du trapèze et du trapézoïde. L'extrémité inférieure de l'humérus avait sensiblement pris l'aspect de celle d'un radius; mais, d'ailleurs, la présence d'une gouttière de torsion très-marquée ne permettait pas de méconnaître cet os. A gauche comme à droite, l'omoplate et la clavicule présentaient une situation et une forme régulières, sauf une certaine diminution de volume et de résistance; les clavicules offraient vers leur tiers externe un angle bien plus prononcé que d'habitude.

» Ce membre anormal était considérablement atrophié : sa longueur totale n'atteignait pas 20 centimètres; son diamètre était inférieur de plus de moitié à celui d'un bras de moyenne force; encore la masse en était-elle formée presque exclusivement par de la graisse. Les mouvements actifs y étaient à peu près nuls, les mouvements passifs très-bornés : il n'était d'aucune utilité pour la vie de relation. Je n'indiquerai ici que quelques points importants dans la disposition des muscles, qui a été relevée avec soin. A gauche, où n'existait pas de membre supérieur, j'ai constaté la présence de tous les muscles de l'épaule; quelques-uns étaient rudimentaires, mais aucun n'était entièrement graisseux; leurs tendons convergeaient vers un trèfle aponévrotique qui recouvrait l'angle supérieur de l'omoplate. Celui-ci, au lieu d'une cavité glénoïde, offrait un condyle à grand diamètre vertical. A droite, disposition presque identique de l'omoplate et des muscles : le centre aponévrotique constituait un véritable ménisque fibreux avec lequel s'articulait l'humérus; l'extrémité supérieure de ce dernier, loin d'offrir une tête articulaire, était creusée d'une sorte de cupule. Si la gouttière de torsion, la présence d'un coraco-brachial normal, et l'insertion à l'humérus du muscle petit rond, et d'une partie du grand dorsal et du grand rond (le reste se portant vers le ménisque interarticulaire) n'empêchaient de s'arrêter à cette hypothèse, on serait tenté de considérer l'os en question comme un radius, le ménisque représentant les seuls vestiges de l'os du bras. Cette monstruosité constituerait alors une hémimélie vraie, compliquée de l'absence totale du cubitus, et de la moitié interne du poignet et de la main. »

M. J. Crocé-Spinelli rappelle à l'Académie qu'il a fait, le 26 avril 1873, en compagnie de MM. Jobert, Pénaud, Dr Petard et Sivel, une ascension

aérostatique dans laquelle ils ont atteint la hauteur de 4600 mètres (*Comptes rendus*, 16 juin 1873) : les aéronautes ont rencontré une température de 20 degrés au-dessous de zéro et étudié des nuages de cristaux de glace.

Il a l'intention de continuer les études météorologiques et physiologiques faites dans cette ascension, en cherchant à atteindre maintenant, à l'aide de l'*Étoile polaire*, ballon de 2800 mètres que M. Sivel met à sa disposition, les régions élevées de l'atmosphère qu'ont visitées Biot et Gay-Lussac, MM. Barral et Bixio, et surtout M. Glaisher.

Pour réagir contre les effets de la raréfaction de l'air, qui ont été jusqu'à produire l'évanouissement chez M. Glaisher, et en s'appuyant sur les expériences de M. Bert, les aéronautes emporteront un ballon d'oxygène. L'inspiration de ce gaz sera d'autant plus nécessaire que, partant en hiver pour vérifier si la décroissance de température est moins rapide qu'en été, ils rencontreront des froids extrêmement rigoureux. En outre, ils comptent se munir de baromètres, de thermomètres, d'hygromètres, d'un instrument à faire le point et à mesurer la vitesse du vent, enfin d'un spectroscope.

L'auteur exprime le désir que l'Académie veuille bien s'intéresser à cette expédition, effectuée dans un but purement scientifique.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. Saint-Léon-Roger-Fonfrède adresse une Note relative à l'emploi du miel et d'autres substances analogues, pour la destruction du Phylloxera.

M. Phelippeau adresse une Note relative à l'emploi d'un engrais marin, pour combattre le Phylloxera.

M. Pourché adresse une Note relative à l'emploi de l'eau bouillante et du gaz sulfureux, pour la destruction du Phylloxera.

M. Pellegrin adresse une Note relative à un moyen destiné à empêcher la marche du Phylloxera le long des ceps de vigne.

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, adressée par Mme Vve *Poncelet* à M. le Président, au sujet de la publication qu'elle a entreprise des OEuvres de feu le général Poncelet :

« L'Académie ayant témoigné un intérêt particulier à la publication des OEuvres d'un de ses anciens Membres, le général Poncelet, il m'a semblé que la Note suivante donnerait satisfaction à une sollicitude qui m'a pénétrée de la plus vive reconnaissance, et montrerait que je n'ai pas perdu de vue, un seul instant, les devoirs que la confiance et l'affection de mon vénéré mari m'avaient légués. Cette publication, déjà fort avancée, comprend :

» 1° L'*Introduction à la Mécanique industrielle,* publiée en 1870;

» 2° Le *Cours de Mécanique appliquée aux machines,* publié en 1874;

» 3° Le *Cours de Mécanique physique et expérimentale,* en préparation pour une prochaine publication.

» Ce dernier ouvrage se rapporte au Cours professé à la Faculté des Sciences de Paris, depuis 1838 jusqu'en 1848, et il a reçu, dans cet intervalle, quelques modifications.

» Les éditeurs possèdent, de la main même de l'auteur :

» 1° Une rédaction presque complète du Cours de 1840;

» 2° Des Notes détaillées sur chacune des Leçons professées depuis cette époque jusqu'au 27 mars 1848;

» 3° Une copie, au net, portant de nombreuses annotations et corrections, de la main de Poncelet, des trois premières Sections du Cours, relatives : à la *Cinématique*, aux *Forces considérées en elles-mêmes* et à la *Résistance des solides;*

» 4° Quant à la partie du Cours qui traitait de l'Hydraulique, des Moteurs et des Machines, elle constituait le fond des *Leçons préparatoires au lever d'usines*, qui ont été lithographiées à Metz, ce qui permettra de la reconstruire. Les Notes manuscrites de Poncelet indiquent, en effet, le programme détaillé de toutes les Leçons qui s'y rapportent, et renferment même, sur beaucoup de points, des développements assez étendus.

» En résumé, les papiers en ma possession fournissent, aux amis dévoués qui ont bien voulu se charger de ce travail, tous les éléments nécessaires pour la publication, d'après des documents authentiques, des Leçons de la

Sorbonne, sauf quelques lacunes qui seront comblées, si les personnes qui les ont suivies, et en particulier les élèves de l'École Normale supérieure, veulent bien permettre de prendre copie ou communication de leurs notes ou rédactions. »

M. **Tisserand**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **A. Richet** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Médecine et Chirurgie, par le décès de M. *Nélaton*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux ouvrages de M. *Ern. Mouchez*, intitulés « Côtes du Brésil; description et instructions nautiques », et « Rio de la Plata; description et instructions nautiques; édition de 1873, corrigée d'après les documents les plus récents ».

ANALYSE. — *Théorèmes concernant les équations algébriques.* Note de M. **F. Lucas**, présentée par M. Resal.

« Je considère un polynôme algébrique, du degré p,

$$F(z) = X + Y\sqrt{-1}, \qquad (1)$$

dans lequel

$$z = x + y\sqrt{-1}. \qquad (2)$$

Soit, en outre,

$$\lambda = \mu + \nu\sqrt{-1} \qquad (3)$$

un paramètre variable.

» En posant

$$F(z) = \lambda, \qquad (4)$$

on obtient une équation algébrique du degré p.

» A chaque valeur de λ, déterminant un point L que j'appelle *directeur*, correspondent p valeurs de z, déterminant un groupe (M) de points que j'appelle *racines*.

» L'équation dérivée

$$F'(z) = 0, \tag{5}$$

indépendante de λ, détermine $(p-1)$ *points centraux* que je désigne par la lettre J. Chacun d'eux fait partie d'un groupe de racines correspondant à une position déterminée I du directeur; on donne à ces points I le nom de *points critiques*.

» THÉORÈME I. — *Le nombre des courbes distinctes dont se compose le transformé d'un contour fermé quelconque surpasse d'une unité celui des points critiques extérieurs à ce contour.*

» Dans le cas particulier où le contour directeur est une circonférence ayant son centre en L', son transformé est une *cassinoïde* ayant pour foyers les points du groupe (M').

» THÉORÈME II. — *Chaque branche d'une cassinoïde renferme intérieurement autant de foyers plus un que de points centraux.*

» La transformation d'une droite donne naissance à une courbe du degré p, présentant p branches hyperboliques dont les asymptotes concourent au centre des moyennes distances commun à tous les groupes (M), et divisent le plan en $2p$ angles égaux. Par allusion à cette disposition étoilée, je donne à la courbe le nom de *stelloïde*.

» THÉORÈME III. — *La polaire d'un point quelconque du plan relativement à une stelloïde du degré p est une stelloïde du degré $(p-1)$.*

» Par les points

$$M'_1,\ M'_2, \ldots, M'_p$$

on peut faire passer une infinité de stelloïdes. Chacune de ces courbes est définie géométriquement par la relation

$$\operatorname{tang}(M'_1 MS + M'_2 MS + \ldots + M'_p MS) = \text{const.}, \tag{6}$$

dans laquelle M désigne un point quelconque de la courbe, et S le point à l'infini d'une droite fixe arbitraire.

» En prenant ces mêmes points pour foyers, on peut décrire une infinité de cassinoïdes. Chacune de ces courbes est définie géométriquement par la relation

$$MM'_1\, MM'_2 \ldots MM'_p = \text{const.} \tag{7}$$

» THÉORÈME IV. — *Toute cassinoïde coupe orthogonalement toute stelloïde passant par ses foyers.*

» On peut toujours *matérialiser* par la pensée un point quelconque P du plan, en lui attribuant une masse égale à l'unité, et supposer qu'il repousse un autre point Q en raison inverse de la distance PQ. J'appelle *action algébrique* de P sur Q la force ainsi engendrée.

» Théorème V. — *Les actions algébriques exercées par les racines* (M) *d'une équation sur une racine* I *de sa dérivée se font équilibre.*

» Théorème VI. — *La résultante des actions algébriques exercées sur une des racines* (M) *d'une équation par toutes les autres racines équivaut à la résultante des actions algébriques exercées sur cette même racine par toutes celles de l'équation dérivée.*

» Théorème VII. — *La résultante des actions algébriques exercées par un groupe de points* (M) *sur un autre point* R *du plan est normale à la cassinoïde qui passe par ce point* R *et a ses foyers en* (M); *elle est, par conséquent, tangente à la stelloïde qui passe à la fois par* R *et par* (M).

» J'ai démontré ces divers théorèmes dans un Mémoire que je présenterai prochainement à l'Académie. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur l'impossibilité de quelques égalités doubles.* Par M. A. Genocchi.

« Les théorèmes énoncés par le P. Pépin (*), sur l'impossibilité de certaines équations indéterminées du quatrième degré, ont rappelé à mon souvenir quelques propositions semblables que j'avais rencontrées autrefois en m'occupant du *Liber quadratorum* de Fibonacci, et qui se rapportaient à ces doubles égalités d'un usage très-fréquent dans l'Analyse de Diophante, et dont la solution dépend aussi d'équations indéterminées du quatrième degré. Voici ces propositions, qui, peut-être, ne paraîtront pas manquer d'intérêt.

» 1. La double égalité

$$x^2 - h = y^2, \quad x^2 + h = z^2$$

n'admet pas de solution rationnelle :

» 1° Lorsque h est un nombre premier de la forme $8m + 3$;

» 2° Lorsque h est double d'un nombre premier de la forme $8m + 5$;

» 3° Lorsque h est le produit de deux nombres premiers de la forme $8m + 3$;

(*) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 144.

» 4° Lorsque h est double du produit de deux nombres premiers de la forme $8m+5$.

» 2. La double égalité plus générale

$$x^2+h=y^2, \quad x^2+k=z^2$$

n'admet pas de solution rationnelle dans chacun des cas suivants :

» 1° Si, h étant égal à 1, k est un nombre premier de l'une des formes $8m+3$, $8m+5$, ou le carré d'un nombre premier des mêmes formes; lorsque, de plus, les diviseurs premiers impairs de $k-1$ sont tous de la forme $4m+3$, ainsi qu'il arrive pour $k=3, 5, 13, 19, 29,\ldots$, et pour k égal au carré de l'un des nombres $3, 5, 13, 37, 43,\ldots$. L'impossibilité a lieu aussi pour $k=2$ et pour $k=4$.

» 2° Si, h étant égal à 2, k est un nombre premier de la forme $8m+3$, ou double d'un nombre premier de la forme $8m+5$, pourvu que les facteurs premiers impairs de $k-2$ soient tous de la forme $8m+7$; par exemple, si $k=3, 163, 331, 449,\ldots$, et si $k=10, 58, 394, 634,\ldots$.

» 3° Si h et k sont deux nombres premiers, h de la forme $8m+3$ ou $8m+5$, k de la forme $8m+7$, pourvu que les facteurs premiers impairs de $k-h$ soient tous de la forme $4m+3$ et non résidus quadratiques de k; par exemple, si les valeurs de h et k sont 3 et 7, 11 et 7, 19 et 23, 43 et 47,..., ou bien 5 et 7, 5 et 23, 13 et 7, 29 et 7,....

» 4° Si h est un nombre premier de la forme $8m+3$, et si k est égal au carré de h, pourvu que les diviseurs premiers impairs de $h-1$ soient tous de la forme $4m+3$; par exemple, si $h=3, 19, 43, 67,\ldots$.

» 5° Si h est un nombre premier et k est égal au produit de h par un autre nombre premier p, lorsque h et p sont l'un de la forme $8m+3$, l'autre de la forme $8m+7$, et que les diviseurs premiers de $p-1$, autres que 2 et h, sont tous de la forme $4m+3$ et non résidus quadratiques de h; si, par exemple, les valeurs de p et h sont 3 et 7, 7 et 19, 23 et 11,....

» 3. On reconnaît encore l'impossibilité, en nombres rationnels, de la double égalité

$$x^2+1=y^2, \quad x^2-p=z^2,$$

lorsque p est un nombre premier de la forme $8m+3$ ou $8m+5$, et que tous les facteurs premiers impairs de $p+1$ sont de la forme $4m+3$; par exemple, lorsque $p=3, 5, 11, 37,\ldots$.

» Il va sans dire que, dans ces énoncés, en parlant de facteurs premiers impairs, on ne tient pas compte de l'unité. On rejette ainsi la solution $x=0$ dans les cas où elle serait possible.

» 4. Les propositions précédentes comprennent le théorème connu sur l'impossibilité de trouver quatre carrés en progression arithmétique; elles comprennent aussi le théorème suivant, qu'on peut regarder comme une généralisation de celui-ci. Les valeurs des expressions

$$x-(p+1)y, \quad x-(p-1)y, \quad x+(p-1)y, \quad x+(p+1)y$$

ne pourront pas être quatre nombres carrés, x et y désignant deux nombres premiers entre eux, si p est un nombre premier $8m \pm 3$, tel que $p-1$ et $p+1$ n'admettent aucun diviseur premier de la forme $4m+1$, ainsi qu'il arrive pour $p = 3, 5, 13, 37, \ldots$

» 5. Les mêmes propositions entraînent l'impossibilité de résoudre, en nombres entiers, certaines équations du quatrième degré de la forme

$$x^4 - 2(h+k)x^2y^2 + (h-k)^2y^4 = z^2$$

(en écartant la solution évidente $x = 0$ ou $y = 0$). Il suffira que h et k prennent les valeurs qui rendent impossible, en nombres rationnels, la double égalité indiquée au n° 2.

» Cela aura lieu aussi pour l'équation

$$x^4 + 2(2k-h)x^2y^2 + h^2y^4 = z^2.$$

» Les valeurs de h, pour lesquelles une solution rationnelle de la double égalité du n° 1 est impossible, rendront impossible aussi de résoudre en nombres entiers chacune des équations

$$x^4 \pm 6hx^2y^2 + h^2y^4 = z^2, \quad x^4 + 4h^2y^4 = z^2.$$

» Dans ces théorèmes sont compris plusieurs cas particuliers traités par Euler : par exemple, l'impossibilité des équations

$$x^4 \pm x^2y^2 + y^4 = z^2, \quad x^4 \pm 14x^2y^2 + y^4 = z^2,$$

et conséquemment de chacune des doubles égalités

1° $\quad x^2 - xy + y^2 = u^2, \quad x^2 + xy + y^2 = v^2;$

2° $\quad x^2 - 4xy + y^2 = u^2, \quad x^2 + 4xy + y^2 = v^2.$

» J'ajouterai à ces exemples l'équation

$$x^4 + 6x^2y^2 - \tfrac{1}{7}y^4 = z^2,$$

impossible aussi en nombres entiers; d'où l'on déduit qu'il est impossible de satisfaire à l'équation

$$x^7 + y^7 + z^7 = 0,$$

par des valeurs de x, y, z, qui soient les racines d'une équation du troisième degré à coefficients rationnels (extension d'un théorème de Lamé). »

GÉOMÉTRIE. — *Conditions pour qu'une conique ait, avec une courbe d'ordre quelconque, un contact du cinquième ordre.* Note de M. **Painvin**, présentée par M. Chasles.

« 1. Pour exprimer que la conique a, avec la courbe, un contact du cinquième ordre, il faudra égaler à zéro les coefficients de X^0, X^1 et X^2 de l'équation (3), que j'ai donnée dans la Note insérée aux *Comptes rendus*, 5 janvier 1874, p. 57. Après quelques réductions très-faciles, on obtient les trois équations de condition

(1) $$P_1^3 = 0,$$

(2) $$P_1^4\, P^1 - P_1^2 \Delta^1 P_1^3 = 0,$$

(3) $$(P^1)^2 P_1^5 - P_1^2\, P^1\, \Delta^1 P_1^4 + P_1^2\, \Delta^1 P_1^2\, \Delta^1 P_1^3 + (P_1^2)^2\, \Delta^2 P_1^3 = 0.$$

Ces relations se prêtent immédiatement à plusieurs interprétations géométriques que je vais faire connaître.

» Je désignerai par M_0 le point où la conique doit être osculatrice à la courbe donnée φ; par M_1 le point où la tangente en M_0 rencontre la polaire cubique du point M_0. Je représenterai par P^2, P^3, P^4, P^5,... les polaires du deuxième, troisième, quatrième, cinquième,... ordre du point M_0 par rapport à la courbe φ, et par $\Delta^i P_1^r$ la polaire du $i^{ième}$ ordre du point M_1 par rapport à la polaire P^r.

» 2. Si la relation (1) a lieu seule, la conique aura avec la courbe φ un contact du troisième ordre; le point M_0 peut être choisi arbitrairement: le point M_1 est alors parfaitement déterminé et unique. La corde commune à la conique osculatrice et à la conique polaire de M_0 est seulement assujettie à passer par le point M_1; il y a évidemment une infinité de coniques correspondant au point choisi M_0, et ces coniques varient avec la position de la corde commune tournant autour du point M_1. On a, dans ce cas, les propriétés suivantes :

» *Lorsqu'une conique* Σ *a, avec une courbe* φ, *un contact du troisième ordre en* M_0 :

» 1° *Le point* M_1, *où la tangente en* M_0 *rencontre la corde commune à la conique* Σ *et à la conique polaire de* M_0, *est l'intersection de cette tangente avec la polaire cubique de* M_0.

» 2° *La droite polaire de* M_1, *par rapport à* P^3, *passe par* M_1; *la droite polaire de* M_1, *par rapport à* P^4, *passe par* M_0; *les droites polaires de* M_1, *par rapport aux courbes* P^r, *ne passent ni par* M_1, *ni par* M_0, *lorsque* r *est supérieur à* 4.

» 3° *La polaire* $\Delta^2 P_1^3$ *touche en* M_1 *la polaire cubique* P^3; *d'ailleurs, de ce que le point* M_1 *est sur la tangente en* M_0, *il résulte que cette courbe* $\Delta^2 P_1^3$ *passe par* M_0 *et y touche la droite* $\Delta^1 P_1^2$.

» *La polaire* $\Delta^2 P_1^4$ *divise harmoniquement le segment* $M_0 M_1$.

» *La polaire* $\Delta^2 P_1^5$ *passe par* M_0 *et rencontre* $M_0 M_1$ *en* J; *la droite* $\Delta^1 P_1^5$ *rencontre* $M_0 M_1$ *en* K; *le segment* M_0K *est divisé harmoniquement par le segment* JM_1.

» La proposition 1° est connue depuis longtemps (*); les autres sont nouvelles.

» 3. Lorsque les relations (1) et (2) ont lieu à la fois, la conique Σ a, avec la courbe, un contact du quatrième ordre; le point M_0 peut encore être choisi arbitrairement, mais l'équation (2) définit alors complétement la corde commune à la conique polaire et la conique Σ, et cette conique est, pour chaque point M_0, déterminée et unique; c'est la conique qu'on nomme *osculatrice*.

» 4. Si les relations (1), (2), (3) ont lieu à la fois, la conique Σ aura avec la courbe un contact du cinquième ordre; je la nommerai *surosculatrice*. Dans ce cas, le point M_0 n'est plus arbitraire; ses coordonnées doivent vérifier une équation du degré $(12m - 27)$, (m étant l'ordre de la courbe φ), que M. Cayley a fait connaître dans les *Philosophical Transactions*, 1865.

» Le mode de calcul que j'ai suivi m'a permis de trouver une interprétation géométrique de cette équation de condition, qui se présente sous une forme analytique très-compliquée.

» *Soient* M_0 *le point où une conique* Σ *a, avec une courbe d'ordre* m, *un contact du cinquième ordre,* M_1 *le point où la tangente en* M_0 *rencontre la polaire cubique* P^3 *de* M_0, *et* M′ *le point de rencontre des tangentes en* M_0 *et* M_1 *à la conique polaire* $\Delta^2 P_1^3$ *de* M_1 *par rapport à* P^3 (*polaire cubique de* M_0).

» *Désignons par* C *et* D *les points où la corde commune à la conique polaire de* M_0 *et à la conique surosculatrice* Σ *rencontre la polaire conique* $\Delta^2 P_1^3$ *de* M_1 *par rapport à* P^3 *et la droite polaire* $\Delta^1 P_1^4$ *de* M_1 *par rapport à* P^4. *Soient enfin* C′ *et* D′ *les points où les droites* M′C *et* M′D *rencontrent le segment* $M_0 M_1$; I *l'un quelconque des points d'intersection avec* $M_0 M_1$ *de la conique* $\Delta^2 P_1^4$ (*polaire de* M_1 *par rapport à* P^4), *et* K *l'intersection avec* $M_0 M_1$ *de la droite* $\Delta^1 P_1^5$ (*polaire de* M_1 *par rapport à* P^5).

» *Pour que la conique* Σ *ait, au point* M_0, *un contact du cinquième ordre avec*

(*) *A Treatise on the higher plane curves*, by G. Salmon, p. 359, 1873.

la courbe proposée, IL FAUT ET IL SUFFIT *qu'on ait la relation*

$$\text{(I)}\qquad \frac{M_0C'}{M_1C'} - 2\frac{M_0D'}{M_1D'} = \frac{6(m-4)}{5(m-3)}\frac{M_1K}{M_0K}\left(\frac{M_0I}{M_1I}\right)^2.$$

» L'ordre des lettres indique le sens des segments, et les segments doivent être positifs ou négatifs, suivant qu'ils sont parcourus dans un sens ou en sens contraire.

» 5. Dans le cas des *courbes du quatrième ordre,* la relation précédente se réduit considérablement; elle donne lieu à la proposition suivante, qui est simple et remarquable :

» *Soient* M_0 *le point où la conique* Σ *doit être surosculatrice et* M_1 *le point où la tangente en* M_0 *rencontre la première polaire* P^3 *de* M_0; *désignons par* C *le point où la corde commune à la conique polaire de* M_0 *et à la conique surosculatrice rencontre la conique* $\Delta^2 P_1^3$, *polaire de* M_1 *par rapport à* P^3. *Soient enfin* $\Delta^1 P_1^2$ *la droite polaire de* M_1 *par rapport à la conique polaire* P^2 *de* M_0 *et* $\Delta^1 \varphi_1$ *la droite polaire de* M_1 *par rapport à la courbe* φ *du quatrième ordre.*

» *Pour que la conique* Σ *soit surosculatrice en* M_0, IL FAUT ET IL SUFFIT *que la droite* M_0C *soit conjuguée harmonique de* $\Delta^1 P_1^2$ *par rapport au système des deux droites* M_0M_1 *et* $\Delta^1 \varphi_1$. »

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Sur les normales abaissées d'un point donné sur une surface du second ordre.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. de la Gournerie.

« 1. Étant données une surface du second ordre et une conique située sur cette surface, il semble, au premier abord, que l'on puisse toujours déterminer trois points de cette conique, de telle façon que les normales, menées à la surface en ces points, se coupent en un même point; le nombre des équations de condition auxquelles on doit satisfaire est en effet égal au nombre des constantes arbitraires dont on peut disposer.

» Il est remarquable que les coniques jouissant de la propriété que je viens d'énoncer ne puissent être arbitrairement choisies, et que leurs plans enveloppent une surface de quatrième classe Σ.

» Réciproquement, étant donné un plan quelconque Π tangent à Σ, il lui correspond une droite Δ, dont voici la [illegible]incipale :

» *Si d'un* [illegible] *les normales à la surface du seco*[illegible] *crivent la conique de cette surfac*[illegible] *plan* [illegible] *e dont ils constituent les*

sommets enveloppent une autre conique, les pieds des trois autres normales décrivant une conique située dans un second plan Π' *tangent à* Σ.

» Je dirai que les plans Π et Π' sont deux plans conjugués de la surface Σ, et que la droite Δ lui est associée.

» 2. Pour plus de commodité dans le langage, je considérerai aussi les deux pôles P et P' des plans Π et Π' relativement à la surface du second ordre; je dirai également que P et P' sont deux points conjugués de la surface du quatrième ordre S, qui est la polaire réciproque de Σ par rapport à la surface du second ordre et que la droite Δ leur est associée.

» Cela posé, si d'un point M de l'espace on mène les six normales à la surface du second ordre, les plans tangents en ces points forment un hexaèdre, ayant dix couples de sommets opposés joints entre eux par dix diagonales.

» Il est clair que ces dix couples de sommets sont dix couples de points conjugués de la surface S.

» Je dirai que l'hexaèdre ainsi défini appartient à la surface du second ordre, et a pour centre le point M.

» 3. Soient

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$$

l'équation de la surface du second ordre; X, Y, Z les coordonnées d'un point quelconque M, ξ, η, ζ et ξ', η', ζ' les coordonnées d'un couple quelconque de sommets opposés de l'hexaèdre, ayant pour centre le point M.

» En introduisant des quantités auxiliaires λ, μ, ν définies par les équations

$$(1)\qquad \lambda=\frac{\eta\zeta'+\zeta\eta'}{b^2-c^2},\quad \mu=\frac{\zeta\xi'+\xi\zeta'}{c^2-a^2},\quad \nu=\frac{\xi\eta'+\eta\xi'}{a^2-b^2},$$

on établira facilement les six relations

$$(2)\qquad \xi\xi'=-a^2,\quad \eta\eta'=-b^2,\quad \zeta\zeta'=-c^2,$$

$$(3)\qquad \xi+\xi'=\mu Z-\nu Y,\quad \eta+\eta'=\nu X-\lambda Z,\quad \zeta+\zeta'=\lambda Y-\mu X.$$

» 4. Les équations (2), qui établissent une relation si simple entre deux sommets opposés de l'hexaèdre, ont déjà été données, sous une forme un peu différente, dans un beau Mémoire de Joachimstahl (*).

(*) *De æquationibus quarti et sexti gradus quæ in theoria linearum et superficierum secundi ordinis occurrunt.* (*Journal de Crelle*, t. LIII.)

Des équations (3) on déduit les relations

$$\lambda(\xi + \xi') + \mu(\eta + \eta') \pm \nu(\zeta + \zeta') = 0,$$
$$X(\xi + \xi') + Y(\eta + \eta') \mp Z(\zeta + \zeta') = 0.$$

Entre la première et les équations (1) et (2), on peut éliminer ξ', η', ζ' ainsi que λ, μ, ν, et l'on obtient l'équation suivante de la surface S :

$$c^2(a^2 - b^2)^2 x^2 y^2 + a^2(b^2 - c^2)^2 y^2 z^2 + b^2(c^2 - a^2)^2 z^2 x^2$$
$$- b^2 c^2 (b^2 - c^2)^2 x^2 - c^2 a^2 (c^2 - a^2)^2 y^2 - a^2 b^2 (a^2 - b^2) z^2 = 0.$$

» De la seconde résulte la proposition suivante :

» *Étant donné un hexaèdre quelconque appartenant à une surface du second ordre, et ayant pour centre le point* M, *le plan mené par le centre* O *de cette surface perpendiculairement au rayon* OM *passe par les milieux des dix diamètres de l'hexaèdre.*

» 5. Étant donné un couple de points conjugués (ξ, η, ξ', η') de la surface S, les équations (3), en y considérant X, Y, Z comme des coordonnées courantes, représentent la droite Δ associée aux deux points conjugués.

» D'où les propositions suivantes :

» *La droite Δ associée à un couple de points conjugués* (P, P′) *de la surface* S *est située dans le plan mené par le centre de la surface du second ordre perpendiculairement à la droite qui joint ce centre au milieu du segment* PP′.

Toutes les droites Δ sont doublement tangentes à la surface Θ, lieu des centres de courbure de la surface du second ordre.

» 6. La surface polaire réciproque de Θ étant du quatrième ordre, il en résulte que, par un point quelconque M de l'espace, on peut mener vingt-huit droites doublement tangentes à Θ; ces vingt-huit droites se composent des trois groupes de droites suivantes :

» 1° Les six normales menées du point M à la surface;

» 2° Les dix droites Δ se croisant en ce point, et qui sont les associées des dix couples de sommets opposés de l'hexaèdre ayant pour centre le point M.

» 3° Douze autres tangentes doubles situées sur un cône du troisième ordre et formant un groupe de Steiner.

» 7. Les surfaces réglées, formées par les normales que l'on peut élever aux différents points d'une conique située sur une surface du second ordre, constituent un groupe de surfaces remarquables, étudiées d'abord par M. Chasles et comprises comme cas particulier dans la famille des *quadri-*

spinales; il importe de distinguer parmi elles celles dont la base est située dans un plan tangent à la surface Σ; on voit, d'après ce qui précède, que ses génératrices se rencontrent trois à trois en un même point d'une droite fixe. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la dernière Communication de* M. Jamin *sur le magnétisme;* par M. **J.-M. Gaugain.**

« Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre quelques mots aux reproches que M. Jamin m'a adressés dans la Note insérée au *Compte rendu* de la dernière séance (p. 305 de ce volume). Je ne me suis point posé, comme il le dit, en contradicteur des idées théoriques qu'il a annoncées et que je ne connais pas suffisamment.

» M. Jamin, dans sa Note du 12 janvier, a fait connaître certains faits qui, suivant lui, doivent conduire à des modifications dans la théorie des solénoïdes. J'ai montré que cette théorie permettait, au contraire, de prévoir les faits dont il s'agit. Je n'ai pas attaqué M. Jamin, j'ai défendu Ampère: l'Académie, j'espère, ne m'en saura pas mauvais gré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères chimiques de l'Urédo du maïs, et sur quelques questions d'analyse végétale.* Note de M. **Hartsen.** (Extrait.)

« 1. L'*Urédo du maïs* est très-commun dans certaines localités. Nous l'avons recueilli à Pau (Basses-Pyrénées) aux mois d'octobre et de novembre. Sous l'influence de ce parasite, la graine du maïs se transforme en une vessie, généralement ovale, remplie d'une poudre brune ou rougeâtre. L'épi entier est-il envahi, celui-ci prend des dimensions considérables, et, par son poids, fait fléchir le pédoncule qui lui sert de support.

» Nous avons examiné l'Urédo du maïs dans l'intention d'en extraire la matière colorante. Malgré bon nombre de réactifs employés (alcool absolu, éther, benzine, pétroléine, chloroforme, acide acétique, potasse caustique, etc.), nous n'avons pas réussi. Cette matière colorante paraît donc être intimement liée à la substance qui constitue la paroi des cellules de ce végétal.

» L'Urédo du maïs est *parfaitement inodore,* même chauffé sec à 100 degrés; mais, si on le fait bouillir avec de l'eau, il dégage une odeur intense, bitumineuse et très-désagréable. En condensant les vapeurs, on obtient un liquide fétide, dans lequel, après vingt-quatre heures de repos, se forment

des gouttelettes d'une matière camphreuse qui, vues au microscope, présentent une structure cristalline.

» La paroi des cellules de l'Urédo est douée d'une résistance considérable. L'acide sulfurique, même chaud, ne l'attaque que lentement, en produisant de l'acide sulfureux. L'acide acétique et la lessive de potasse bouillante ne produisent aucun effet notable; mais, si l'on fait bouillir l'Urédo avec de l'acide sulfurique dilué, il dégage une forte odeur de cire jaune, un acide volatil et un gaz inflammable.

» Un mélange refroidi d'acide sulfurique et d'acide nitrique concentrés, dans les proportions nécessaires pour la fabrication de la pyroxyline, fait pâlir la couleur de l'Urédo, sans lui ôter, du reste, ses apparences; lavé et séché, l'Urédo brûle facilement ensuite, mais sans explosion.

» L'acide nitrique fait gonfler les pulvérules d'Urédo, puis s'échauffe et les attaque en produisant une *forte odeur d'amandes amères*. Peu à peu, la paroi cellulaire disparaît et le liquide offre de l'acide oxalique, de l'acide subérique et une quantité très-considérable de graisse.

» Les réactifs inoffensifs semblent incapables d'extraire la graisse de l'Urédo (1). Ce n'est qu'en détruisant ou en modifiant la paroi des cellules (par l'acide nitrique, le chlore, l'acide sulfurique, le bichromate de potasse, etc.) qu'on amène l'Urédo à céder sa graisse à la benzine.

» En décomposant l'Urédo par la chaleur, on n'aperçoit point d'odeur d'acroléine. La glycérine paraît donc manquer dans sa composition.

» L'eau bouillante n'enlève à l'Urédo que peu de matières fixes, précipitables en partie par l'acétate de plomb.

» 2. *Pouvoir décolorant du sulfure de plomb.* — Le sulfure de plomb précipité possède la faculté d'absorber et de retenir fortement plusieurs substances telles que résines, matières colorantes, etc. En pouvoir décolorant, d'après nos recherches, il ne le cède guère au charbon animal et pourrait, dans certains cas, avoir des avantages sur ce dernier; 20 grammes de sulfure de plomb suffisent pour décolorer complétement 90 grammes de vin rouge et davantage.

» Le pouvoir absorbant du sulfure de plomb mérite l'attention chaque fois qu'on se sert de l'acétate de plomb pour isoler les acides et autres substances des plantes. Après avoir décomposé le précipité par l'acide sulfhy-

---

(1) Les dissolvants ne suffisent pas toujours pour découvrir les graisses contenues dans les cellules des végétaux.

drique, il faut se garder de jeter le sulfure de plomb ainsi formé sans l'avoir préalablement épuisé par l'alcool bouillant.

» 3. *Extraction de la chlorophylle.* — En remplaçant l'éther par la benzine pure, nous sommes parvenu à rendre la préparation de la chlorophylle moins coûteuse. La *pétroléine* est excellente lorsqu'il s'agit d'extraire la chlorophylle sans s'occuper des autres substances analogues.

» Pour la pétroléine comme pour la benzine, il est nécessaire de tremper les feuilles dans l'alcool avant de les soumettre à l'action du dissolvant. »

PHYSIOLOGIE. — *Des effets consécutifs à l'ablation des mamelles chez les animaux.* Note de M. DE SINÉTY, présentée par M. Cl. Bernard.

« J'ai entrepris de rechercher ce que devient la fonction de reproduction chez les femelles privées de mamelles; dans ce but, j'ai pratiqué l'ablation de ces glandes sur un certain nombre de sujets d'âge différent. Pour ces expériences, le Cochon d'Inde, qui n'a qu'une paire de mamelles, m'a paru présenter les meilleures conditions. L'étendue considérable qu'occupent ces organes sur le Chien et le Lapin aurait rendu trop graves les suites de l'opération. J'ai divisé mes expériences en deux séries, la première comprenant des animaux très-jeunes et la seconde des adultes.

» 1° *Animaux jeunes.* — Deux Cochons d'Inde, nés le 2 septembre 1873, opérés le 16 septembre de l'ablation des deux mamelles. Ces femelles produisent chacune deux petits, vigoureux et bien conformés, l'une le 4 et l'autre le 31 janvier 1874.

» Chez la première, les mamelles se sont reproduites avec le quart, environ, des dimensions normales. Il n'y a ni d'un côté ni de l'autre aucun orifice qui permette la sortie du lait; à l'examen histologique, fait le surlendemain de la parturition, on voit que le tissu glandulaire est normal ainsi que le lait qu'il contient; les petits non allaités succombent le quatrième jour.

» Chez la seconde, les mamelles se sont reproduites dans les mêmes dimensions; de plus, on trouve d'un côté un tubercule simulant le mamelon, très-peu saillant, mais perforé et laissant sourdre le lait à la pression.

» Deux autres femelles, nées aussi le 2 septembre 1873, sont opérées le 20 du même mois.

» L'une produit deux petits le 1er février 1874. On constate que les mamelles se sont reproduites, mais en partie seulement, comme dans les

expériences précédentes ; on ne trouve à l'extérieur ni saillie, ni orifice ; les petits succombent le cinquième jour.

» L'autre opérée est pleine en ce moment. La glande s'est reproduite sans mamelon et dans les mêmes dimensions que précédemment.

» 2° *Animaux adultes.* — Femelle ayant produit deux petits le 13 septembre 1873. Le 23 septembre, ablation des deux mamelles qui sont gorgées de lait. Le 1er février 1874, l'animal produit 3 petits bien conformés. La mamelle ne s'est reproduite sur aucun point.

» Une autre femelle adulte, opérée en septembre 1873, a mis bas le 5 février 1874. Chez elle, pas plus que chez la précédente, on ne trouve de traces de mamelles.

» On voit, d'après ces expériences, que chez les animaux jeunes la mamelle s'est reproduite en partie. A cet âge, il est impossible de limiter la glande, mais l'étendue considérable des tissus enlevés soit en largeur, soit en profondeur, en prenant le mamelon pour point de repère, me permet de croire que tous les rudiments de la glande ont été extirpés. Dans toutes mes opérations, je suis parfaitement sûr d'avoir compris le mamelon dans la partie enlevée et cependant, nous voyons dans un cas, et d'un côté seulement, se former un rudiment de mamelon; chez les animaux adultes, au contraire, la glande ne s'est pas reproduite. Pour toutes ces femelles, l'absence partielle ou totale des mamelles n'a eu aucune influence sur la fécondation, la gestation et la parturition.

» Peu de jours après la naissance, les petits, quoique vigoureux et bien conformés, sont condamnés à succomber, comme cela se voit quand on les sépare de leur mère après la naissance.

» Dans les cas que je viens de citer, j'ai observé que les cochons d'Inde, privés du lait maternel, mouraient au bout de peu de jours, et cela, quoique ces animaux mangent dès la naissance, comme l'avaient déjà signalé les anciens observateurs. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes volcaniques de Nisyros.* Extrait d'une Lettre de M. **Gorceix** à M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« Nisyros, 7 décembre 1873.

» Les phénomènes volcaniques dont Nisyros est le siége continuent à se produire, mais sans prendre une grande importance. Les tremblements de terre deviennent moins fréquents et moins violents; quelques secousses horizontales se sont fait sentir les 12, 25, 29 novembre, et dans la nuit du 1er au 2 décembre.

» Les trois bouches principales produisent toujours des fumerolles aqueuses sulfhydro-carboniques, dont l'activité a été en décroissant pendant le mois précédent; mais, depuis quelques jours, à la suite d'abondantes pluies, un petit lac s'est formé au fond de la bouche centrale; les dégagements de vapeurs sont alors devenus intermittents, beaucoup plus considérables, et sont accompagnés de bruits violents et de projections, à une grande hauteur, de colonnes d'eau bouillante.

» Les fumerolles occupent un grand nombre de points dans le cratère adventif où ont eu lieu les éruptions aqueuses, dans l'ancienne solfatare circulaire et sur les parois du cratère primitif, jusqu'à une hauteur de plus de 400 mètres. Ces dernières fumerolles sont presque toutes de nouvelle formation et n'existaient pas lors de mon premier voyage.

» Parmi les nombreuses analyses faites sur place, je citerai seulement les suivantes, qui permettent de saisir la loi de groupement de ces émanations :

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	HS.....	48,8	44,5	4,6	1,5	00,0	00,0
	CO^2.....	40,9	49,2	1,8	14,7	7	5,5
Résidu.	O.......	1,1	1,0	13,8	15,6	18,1	18,2
	Az.....	3,2	5,2	63,5	67,8	74,8	79,2
		100,0	99,9	99,9	99,6	99,9	99,9

I : Fumerolle à 100 degrés au milieu de la bouche formée au mois de juin 1873.

II : Fumerolle à 100 degrés, avec dépôt abondant de soufre sur la paroi latérale.

III, IV, V, VI : Fumerolles sur les flancs du cratère primitif, dont les températures sont de 96 degrés, 92 degrés, 70 degrés, 55 degrés.

» A 1 kilomètre environ de ce point se trouvent des émanations dont la température ne dépasse pas 45 degrés, et où il n'existe que de très-faibles quantités d'acide carbonique.

» A mesure donc qu'on s'éloigne du centre d'activité, la température, les proportions d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique vont en décroissant.

» La loi de groupement des fumerolles de ce genre, découverte par M. Ch. Sainte-Claire Deville à la solfatare de Pouzzoles, est encore vérifiée à Nisyros.

» Autour de l'ancienne solfatare circulaire, les fumerolles qui en dépendent suivent la même règle.

» Nisyros est le centre de plusieurs îlots de formation volcanique et constitués par des laves trachytiques, à l'exception de celui de Hyali, situé

à 3 milles nord-ouest, où, dans une partie, des lits de ponce et de pouzzolane alternent avec des tufs très-riches en fossiles.

» C'est à une très-petite distance du rivage de cet îlot que se trouve, à une profondeur de 8 mètres, un dégagement gazeux dont les bulles, à certains moments, agitant le sable du fond sans venir crever à la surface, avaient fait croire à l'existence d'une source sous-marine. L'existence de l'hydrogène sulfuré, dans ces émanations, ne peut être constatée qu'à la suite de plusieurs jours de calme. Lors de mon exploration, le dégagement avait la composition suivante :

CO^2	1,2
O	19,5
Az.	79,2

» Ce point et les ouvertures qui se sont produites au village de Mandraki et à Hyali jalonnent, comme je l'ai déjà fait remarquer, la ligne autour de laquelle sont groupés les phénomènes éruptifs de Nisyros, ligne correspondant, je crois, à une ancienne fissure (1).

» L'île de Cos a été, après Nisyros, le but de mes explorations. J'ai reconnu, dans cette île, l'existence de terrains secondaires métamorphiques, sur lesquels s'appuient des formations tertiaires marines et d'eau douce fossilifères. Ces couches ont été traversées par de nombreuses nappes de roches éruptives. Dans la partie est de l'île, j'ai retrouvé un cratère très-bien conservé, placé sur les flancs d'un cône éruptif.

» Ces roches sont en relation avec des sources d'eau minérale et deux solfatares, dont l'une est encore le siége de dégagements très-abondants d'hydrogène sulfuré et d'acide carbonique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *L'hiver de* 1874. Note de M. DE TASTES.

« J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie, dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus* et relatives aux mouvements de l'atmosphère, les idées qui m'ont conduit à formuler quelques prévisions, justifiées par les faits. Je crois devoir revenir sur ce sujet, à propos du caractère particulier de l'hiver que nous traversons.

» Voici, en peu de mots, le résumé de ma théorie, qui s'écarte notablement des idées généralement admises. Un courant aérien, qui est à l'air de notre hémisphère ce que le gulf-stream est à l'Atlantique, constitue une

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, séance du 22 décembre 1873.

sorte de fleuve d'air tiède et humide qui, reposant sur ce courant marin, suit à peu près la même direction que lui, aborde les côtes de la presqu'île scandinave, franchit la barrière peu élevée des Dofrines, s'infléchit vers l'est et le sud-est à travers l'Europe septentrionale, où il condense, sous forme de neige ou de pluie, l'humidité dont il est chargé. Après avoir alimenté les nombreux réservoirs d'eau douce de la Suède, de la Finlande et du nord-ouest de la Russie, il poursuit sa route vers le sud à travers les vastes espaces continentaux de l'Europe orientale. Dépouillé de son humidité, s'écartant de plus en plus de son point de saturation, à mesure qu'il parvient à des latitudes plus basses, il imprime aux contrées qu'il traverse, sous forme de vent sec, d'entre nord-ouest et nord-est, leurs principaux caractères météorologiques. Ce courant, dont nous perdons la trace dans les régions de l'Afrique tropicale, vient se relier probablement à l'alizé nord-est, que nous voyons reparaître sur les côtes orientales de ce continent. On sait d'ailleurs que le courant dit *équatorial* n'est qu'une branche de retour de l'alizé.

» Nous voici revenu à notre point de départ, et nous avons complété notre circuit. Bien que la partie méridionale de ce circuit ne se manifeste pas à nous, faute de renseignements suffisants, avec tous les caractères de l'évidence, il n'en est pas de même pour le reste du parcours, où le sens constant du transport de l'air, de l'ouest à l'est, en passant par le nord, c'est-à-dire dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, s'affirme de la manière la plus complète.

» Les mouvements tournants dont ce fleuve est parsemé sont la conséquence toute mécanique du frottement de l'air en mouvement contre l'air comparativement calme qui l'entoure et forme sa rive gauche, ou rive extérieure. Ces tourbillons ou *vortex*, qui offrent tant d'analogie avec ceux qui se forment au contact de deux courants liquides de sens contraire (ou de mêmesens, mais animés de vitesses différentes), ont un sens de rotation invariable dans notre hémisphère, et que la cause mécanique précédemment indiquée laisse aisément prévoir : c'est le sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre. Le déplacement du centre de ces tourbillons indique le sens du mouvement général du fleuve dans lequel ils se produisent, et, sur les côtes de l'Europe, la trajectoire de ces centres se dirige invariablement de la mer vers le continent.

» Ce fleuve aérien a aussi ses périodes de crues et de décroissances : c'est principalement aux périodes de crue, quand il prend plus d'ampleur et de vitesse, que les tourbillons se manifestent dans son cours avec plus de fré-

quence et d'intensité; mais l'apparition de ces centres de dépression n'est pas perpétuelle, et souvent le fleuve présente un cours paisible. Les isobares présentent alors de longues lignes parallèles doucement ondulées, dont le gradient indique une diminution de pression depuis la rive du fleuve jusqu'au centre du courant, où la vitesse du transport de l'air est à son maximum, tout comme dans un cours d'eau la rapidité va en croissant, en général, du rivage vers le milieu du courant.

» Notre circuit aérien circonscrit (*et il ne peut pas ne pas circonscrire*) une masse d'air dans laquelle la pression atmosphérique est plus élevée que dans le lit du courant, et qui est à ce courant ce que la région atlantique dite *mer de Sargasse* est au gulf-stream qui l'entoure. Dans cette région centrale, que j'appelle *zone des calmes*, l'air n'a que des mouvements irréguliers déterminés par des causes purement locales ou par des remous se produisant sur son pourtour; le ciel y est serein ou brumeux suivant la saison, et c'est des déplacements et des fluctuations de cette masse centrale et du circuit qui l'environne que dépendent les vicissitudes de notre climat. Il est donc très-inexact de dire, comme certains météorologistes, que le courant humide et chaud, ou équatorial direct, et le courant froid et sec prétendu polaire, s'étalent *côte à côte* à la surface de l'Europe.

» L'étendue de cette zone centrale varie beaucoup avec l'ampleur et la force d'impulsion du fleuve ambiant. Parfois elle se réduit à des proportions assez modestes pour que son contour entier soit compris dans les limites de l'Europe continentale; les cartes des isobares montrent alors une série de cercles irréguliers, concentriques, dont le gradient va en décroissant du centre à la circonférence, autour d'un véritable centre de compression. Comme les isobares s'y échelonnent en sens inverse de celui qu'elles affectent dans les mouvements tournants, beaucoup de météorologistes, séduits par l'attrait de l'antithèse, ont donné à ce phénomène atmosphérique le nom d'*anticyclone* et croient pouvoir formuler cette loi : Si dans les cyclones le sens de la rotation est l'inverse de celui des aiguilles d'une montre, dans les anticyclones il est dirigé en sens contraire du premier. Le fait est incontestable, mais la forme dont on le revêt et les expressions employées éloignent de la véritable interprétation du phénomène.

» Le caractère de nos hivers est étroitement lié à la situation de cette zone des calmes et à son étendue. Si elle repose sur la Méditerranée et le nord de l'Afrique, et c'est là le cas le plus ordinaire, le lit du courant équatorial s'étend sur les îles Britanniques, le nord-ouest de la France et nous donne des hivers à la fois doux et pluvieux. Si la zone des calmes est

encore plus reportée vers le sud, l'équatorial s'infléchit à l'est vers l'Espagne et la Méditerranée, notre contrée peut se trouver sur la rive gauche du courant et l'air froid des hautes latitudes parvient *jusqu'à* nous. C'est dans ces conditions, heureusement rares, que se produisent ces grands hivers, qui font époque dans les annales météorologiques et qui se montrent deux ou trois fois par siècle. Enfin il peut arriver que l'équatorial ait une force d'impulsion telle qu'il aborde l'Europe par le nord de la Norvége et la Laponie, laissant la zone des calmes recouvrir l'Europe centrale dans ces conditions; des froids peuvent se produire chez nous, mais ils sont dus à l'excès du refroidissement nocturne sur la faible insolation de nos courtes journées. Dans la France du nord-ouest, le froid dépasse alors rarement — 6 degrés : il a lieu par des temps sereins, interrompus fréquemment par des brumes qui, arrêtant les effets du rayonnement, adoucissent la température. Nous sommes situés sur la rive droite du courant, séparés des froids polaires par toute la largeur du fleuve aérien, relativement tiède et humide qui vient adoucir l'hiver de l'Europe septentrionale. L'hiver est chez nous modérément froid, les pluies sont rares et peu abondantes, les brouillards fréquents, les vents faibles et nos cours d'eau descendent à l'étiage. C'est là précisément le caractère de l'hiver que nous traversons.

» Cette situation atmosphérique se dessinait assez nettement au commencement du présent hiver. Entre cette situation et celle qui amène les hivers rigoureux, où l'on voit les isobares s'échelonner en longues lignes sinueuses et parallèles, depuis les pressions de 775 et 788, qui se montrent au nord-est de la carte d'Europe, jusqu'aux basses pressions qui s'étendent du nord-ouest au sud-est, à travers le midi de l'Europe, il existe le contraste le plus complet et le plus frappant. Ce n'est pas en quelques heures, ni même en quelques jours, qu'on peut passer d'une de ces situations extrêmes à l'autre : un pareil revirement demande des semaines et des mois. Donc, au commencement de décembre, je croyais pouvoir inscrire, dans la colonne des observations qui accompagnent mon tableau météorologique de novembre, la remarque suivante : *La force et l'ampleur du courant équatorial, pendant ce mois, nous permettent d'espérer que, pendant une grande partie de l'hiver, il s'interposera entre notre région et les hautes latitudes; dans ces conditions, des froids rigoureux ne sont pas à craindre* (1), et à la date du 2 janvier j'écrivais

(1) *Annales de la Société d'Agriculture d'Indre-et-Loire*, n° 10, p. 319.

au directeur du *Journal d'Agriculture* : « Ces conditions atmosphériques » excluent toute probabilité d'un hiver rigoureux (1). »

M. Gazan adresse une Note relative à la constitution physique du Soleil et à la formation des taches.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Faye.

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 février 1874.

(suite.)

Histoire naturelle des Coléoptères de France; par É. Mulsant *et* Ch. Rey : *Brévipennes* (*Aléochariens*). Paris, Deyrolle, 1873; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Reliquiæ Aquitanicæ; being contributions to the Archæology and Palæontology of Perigord and the adjoining provinces of southern France; by Ed. Lartet *and* H. Christy, edited by T. Rupert Jones; part XII, july 1873; part XIII, november 1873. London, Williams and Norgate, 1873; 2 liv. in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

La Terre, sa formation et sa constitution actuelle; par J. Charpentier de Cossigny. Paris, H. Rey, 1874; br. in-8°.

Mémorial de l'Officier du Génie; n° 22, 2e série, t. VII. Paris, Gauthier-Villars, 1874; in-8°. (Présenté, de la part du Président du Comité des Fortifications, par M. le général Morin.)

J.-A. Hue de Caligny, *auteur du Mémoire sur l'Intendance de la Flandre maritime*, publié dans le tome XI du *Bulletin de la Commission historique du département du Nord*. Lille, imp. Danel, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Commission historique du département du Nord*.)

Mémoires des Intendants de la Flandre et du Hainaut français sous Louis XIV,

---

(1) *Journal d'Agriculture* de M. Barral, n° 251, p. 167.

publiés pour la première fois par M. A. DESPLANQUE; 2e fascicule, Mémoire de Huë de Caligny (Jean-Anténor). Lille, imp. Danel, 1870; br. in-8°. (Extrait du tome XI du *Bulletin de la Commission historique du département du Nord.*)

Chimie appliquée à la physiologie, à la pathologie et à l'hygiène; par E.-J.-Ar. GAUTIER; t. Ier. Paris, F. Savy, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Wurtz.)

Traité théorique et pratique de la syphilis ou infection purulente syphilitique; par A. DESPRÉS. Paris, Germer-Baillière, 1873; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Histoire de la création des êtres organisés d'après les lois naturelles; par E. HAECKEL. *Conférences scientifiques sur la doctrine de l'évolution en général et sur celle de Darwin, Gœthe et Lamarck en particulier,* traduites de l'allemand par le Dr Ch. LETOURNEAU, et précédées d'une Introduction biographique par Ch. MARTINS. Paris, C. Reinwald, 1874; 1 vol. in-8°, relié.

Gymnastique scolaire à l'étranger. Rapport présenté à M. le Ministre de l'Intérieur sur la situation de l'enseignement de la gymnastique en Hollande, en Allemagne et dans les pays du Nord. Bruxelles, Fr. Gobbaerts, 1873; 1 vol. gr. in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie ou Description des principales industries modernes; par L. FIGUIER; 11e série. Paris, Furne et Jouvet, 1874; 1 vol. grand in-8°, avec figures.

Account of the operations of the great trigonometrical Survey of India; vol. I : *The Standards of measure and the base-lines, etc.; by* colonel J.-T. WALKER. Dehra-Doon, M.-J. O'Connor, 1870; in-4°, relié.

DIAMILLA-MULLER. *Letture scientifiche per il popolo italiano;* vol. I. Milano, Dumolard; Parigi, Gauthier-Villars, 1873; 1 vol. in-12.

Protokolle der verhandlungen der permanenten Commission der europäischen Gradmessung vom 16 *bis* 22 *September* 1873 *in Wien.* Leipzig, Engelhardt, 1873; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 FÉVRIER 1874.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. LXXX. Paris, Impr. nationale, 1873; in-4°, texte et planches.

Les côtes du Brésil, description et instructions nautiques; par M. E. MOU-

CHEZ; 1re section : *Du cap San-Roque à Bahia.* Paris, Impr. nationale, 1874; in-8°, cartonné.

Rio de la Plata, description et instructions nautiques, édition de 1873, corrigée d'après les documents les plus récents; *par* M. E. MOUCHEZ. Paris, Impr. nationale, 1873; in-8°, cartonné.

Expression du rapport de la circonférence au diamètre et nouvelle fonction; par le général DIDION, Correspondant de l'Institut. Nancy, imp. E. Réau, sans date; opuscule in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Metz.*)

Notice sur l'habitat et les caractères du Macroscincus coctei (Euprepes coctei, Dum. et Bibr.); *par* J.-V. BARBOZA DU BOCAGE. Lisbonne, imp. de l'Académie des Sciences, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. P. Gervais.)

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. XV, nos 3, 4, 1873, 3e et 4e trimestres. Orléans, impr. Puget, 1874; in-8°.

Considérations anatomiques et physiologiques pour servir à la chirurgie du pouce; par feu le Dr P.-C. HUGUIER. Paris, P. Asselin, 1873; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

De la fièvre bilieuse mélanurique des pays chauds comparée avec la fièvre jaune. Étude clinique faite au Sénégal par L.-J.-B. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, A. Delahaye, 1874; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Commission de Météorologie de Lyon, 1871. Lyon, imp. Pitrat, sans date; in-8°.

Lettre à M. Ad. Quetelet, sur diverses questions mathématiques; par M. GENOCCHI. Bruxelles, imp. Hayez, 1873; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de l'Académie royale de Belgique.*)

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 26 janvier 1874.)

Page 295, ligne 6, *au lieu de* spécial, *lisez* spinal.

(Séance du 2 février 1874.)

Page 320, dernière ligne, *au lieu de* Gallon impérial, 2kg,543, *lisez* Gallon impérial, 4lit,543.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 Février 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 6.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 9 (2 Mars 1874).

M. Yvon

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Considérations sur le caractère propre du principe de correspondance;* par M. CHASLES.

« 1. Le principe de correspondance s'applique, avec une très-grande facilité, à une infinité de questions. Cette facilité est telle, que sans qu'on ait besoin d'exprimer, par aucune équation, comme en Analyse, les conditions de la question, on pose sur-le-champ deux nombres qui satisfont à ces conditions, et dont la simple somme exprime la solution. Toutefois, il peut se trouver dans ce résultat des solutions étrangères qu'il faut élaguer. Ces solutions, qui s'aperçoivent souvent sans aucune recherche, à la première vue de la figure, peuvent aussi parfois demander un examen très-attentif des conditions de la question. Mais la méthode offre elle-même alors un très-puissant secours dans cette recherche, parce qu'elle s'applique presque toujours, dans une même question, de plusieurs manières, donnant lieu à des solutions étrangères différentes et qui peuvent même ne pas exister.

» A cet égard, les courbes unicursales ont un très-utile privilége : c'est tout au moins de prévenir de l'existence de solutions étrangères dans le cas d'une courbe générale et d'en accuser même le nombre ou l'expression. Car, si l'on suppose qu'une des courbes de la question soit unicursale, on peut former sur cette courbe elle-même les deux séries de points

qui se prêtent à la méthode de correspondance, et qui remplaceront même les deux séries de droites dont on se sert dans la recherche d'une courbe enveloppe; et l'expérience prouve que presque toujours alors le résultat est affranchi de toute solution étrangère : résultat précieux, car il fera connaître s'il se trouve des solutions étrangères dans le cas général d'une courbe quelconque et servira ainsi à les découvrir.

» 2. Le principe de correspondance a encore un autre caractère qui doit accroître considérablement l'étendue des résultats qui lui seront dus : c'est que, en l'appliquant à une question des plus simples, telles, par exemple, que celles que renferment, comme exercices, les traités classiques, on reconnaît immédiatement que le raisonnement sera absolument le même dans le cas de la plus grande généralisation que peut admettre la question.

» Se trouve-t-il, par exemple, dans les données de la question quelque point ou quelque droite, on peut les remplacer par des courbes de classe ou d'ordre quelconque. La question ainsi généralisée sera traitée sans plus de difficulté; mais il pourra se trouver dans le résultat des solutions étrangères que ne comportaient pas des conditions plus simples; ces solutions étrangères pourront être dues, par exemple, aux points singuliers ou aux tangentes multiples des courbes introduites à la place de points ou de droites, ou à la place de simples coniques.

» Il faut, on le conçoit, que dans cette généralisation des éléments ou données d'une question ces données conservent leur indépendance mutuelle et qu'aucune ne soit assujettie à quelques conditions particulières qui changeraient l'état de la question.

» 3. Enfin j'ajouterai que le principe de correspondance comporte une telle facilité de solution que, quelle que soit la question que l'on s'est proposée, indépendamment de la généralisation dont je viens de parler, on a tout aussitôt la pensée d'appliquer ce mode de solution spontanée à diverses autres questions relatives à la figure que l'on a sous les yeux. C'est ainsi, sans parler de la théorie des deux caractéristiques des systèmes de courbes, que, voulant traiter quelques questions de la théorie générale des courbes, concernant notamment les normales, les diamètres, les axes harmoniques, les obliques de Réaumur, j'ai été entraîné par la facilité des solutions à multiplier par centaines des théorèmes, tous différents (*).

(*) Voir *Comptes rendus*, t. LXXII, 1871, p. 394, 419, 487, 511, 577, 794; t. LXXIII, 1871, p. 229, 927, 970, 1289, 1405; t. LXXIV, 1872, p. 21; t. LXXV, 1872, p. 736; t. LXXVI, 1873, p. 126.

» Je me propose, dans ce moment, de mettre en évidence cette facilité de généralisation des conditions d'une question, à laquelle se prête le principe de correspondance.

» 4. Soit d'abord ce théorème fort simple et bien connu :

» *Quand un angle de grandeur constante tourne autour de son sommet situé en un point d'une conique, la corde que ses côtés interceptent dans la courbe enveloppe une autre conique, laquelle se réduit à un point quand l'angle est droit.* (Poncelet, *Traité des propriétés projectives, etc.*, p. 281.)

» Cet énoncé donne l'idée d'une double généralisation; car, d'une part, un angle AOA', de grandeur constante, est formé par deux droites OA, OA', qui font un rapport anharmonique constant avec deux axes fixes OE, OF (passant par les deux points imaginaires de l'infini appartenant à un cercle); et ensuite, au lieu d'une conique, on peut prendre une courbe d'ordre quelconque, et même supposer que le point O, sommet de l'angle, soit un point multiple d'ordre quelconque ν. On démontre alors, tout aussi facilement que le cas le plus simple, le théorème suivant :

» *Si autour d'un point* O, *multiple d'ordre* ν, *d'une courbe* U_m, *on fait tourner deux droites* OA, OA' *faisant toujours avec deux droites fixes* OE, OF *un même rapport anharmonique* λ, *les cordes* aa' *interceptées dans la courbe par ces deux droites enveloppent une courbe de la classe* $2(m-1)(m-\nu)$, *et lorsque* $\lambda=-1$, *la classe de la courbe est sous-double, c'est-à-dire* $(m-1)(m-\nu)$.

» *Démonstration.* — Il s'agit de démontrer que $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passent par un point quelconque I. On pose immédiatement

$$\begin{array}{llll} \text{IX}, & m\ a, & m(m-\nu)\ a', & \text{IU}, \\ \text{IU}, & m\ a', & m(m-\nu)\ a, & \text{IX}, \end{array}$$
$$m(m-\nu)+m(m-\nu)=2m(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Une droite IX menée par un point I rencontre la courbe U_m en m points a; les m droites Oa donnent lieu à m droites OA' qui rencontrent la courbe en $m(m-\nu)$ points a', par lesquels on mène $m(m-\nu)$ droites IU. Une droite IU menée arbitrairement rencontre U_m en m points a' qui donnent lieu de même à $m(m-\nu)$ points a et à $m(m-\nu)$ droites IX passant par ces points. Il y a donc $2m(m-\nu)$ coïncidences de IX et IU, et conséquemment $2m(m-\nu)$ cordes aa' passant par le point I.

» Mais il y a $2(m-\nu)$ solutions étrangères dues aux deux droites OE, OF, car chacune de ces droites rencontre la courbe en $(m-\nu)$ points a, et lorsque IX passe par un de ces points, la droite OA, menée à ce point,

devient OE et coïncide avec OA'; donc a' coïncide avec a, et IU avec IX, et cela quel que soit le point I : c'est donc une solution étrangère, et ainsi $(m-\nu)$ solutions étrangères. De même pour les coïncidences de Oa avec OF; donc $2(m-\nu)$ solutions étrangères. Il en reste

$$2m(m-\nu)-2(m-\nu)=2(m-1)(m-\nu).$$

Il y a donc $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passant par un point I : ce qui prouve que la courbe enveloppe de ces cordes aa' est de la classe $2(m-1)(m-\nu)$; ce qu'il fallait démontrer.

» Lorsque $\lambda=-1$, la classe de la courbe se réduit à $(m-1)(m-\nu)$, parce que l'expression du rapport anharmonique $\frac{\sin AE}{\sin AF}:\frac{\sin A'E}{\sin A'F}=\lambda$ s'écrit $\frac{\sin A'E}{\sin A'F}:\frac{\sin AE}{\sin AF}=\frac{1}{\lambda}$; de sorte qu'on peut placer a indifféremment sur l'un ou l'autre des deux côtés de l'angle qui satisfont à cette valeur -1 de λ. Dès lors une même corde aa' se trouve deux fois dans le résultat général, qu'il faut donc diviser par 2.

» Ici les solutions étrangères s'apercevaient immédiatement; mais voici comment une courbe unicursale aurait pu prévenir de leur existence, en permettant d'appliquer le principe de correspondance à deux séries de points pris sur la courbe elle-même. On a immédiatement, à l'égard d'un point a de la courbe pris arbitrairement et d'un second α qui lui correspondra,

$$a\ (m-\nu)\ a',\quad (m-\nu)(m-1)\ \alpha,$$
$$\alpha\ (m-1)\ a',\quad (m-1)(m-\nu)\ a;$$

donc

$$2(m-1)(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Un point a étant pris sur U_m, on mène aO, premier côté de l'angle; le second côté rencontre U_m en $(m-\nu)$ points a', et les droites Ia' coupent U_m en $(m-\nu)(m-1)$ points α. D'un point α on mène αI qui coupe U_m en $(m-1)$ points a; les droites Oa, faisant les angles prescrits aOa', coupent U_m en $(m-1)(m-\nu)$ points a qui correspondent au point α. Donc il y a $2(m-1)(m-\nu)$ points α coïncidant chacun avec un point a correspondant; donc $2(m-1)(m-\nu)$ cordes aa' passeront par le point I; donc, etc.

» 5. J'ai dit que la facilité et même la spontanéité des solutions que procure le principe de correspondance portent à traiter diverses autres questions relatives à la figure que l'on a sous les yeux, questions qui peuvent être très-nombreuses, même dans les cas les plus restreints. La question actuelle en est un exemple. Cherchons *le lieu du point de rencontre des tan-*

gentes aux deux points a, a′ *de chaque corde sous-tendue* aa′. On écrit aussitôt

$$x,\quad n\ a,\quad n(m-\nu)\ a',\quad u,$$
$$u,\quad n\ a',\quad n(m-\nu)\ a,\quad x,$$
$$2n(m-\nu).$$

C'est-à-dire : D'un point x d'une droite L on mène n tangentes xa de U_m; aux droites OA passant par ces points correspondent n droites OA′ qui coupent U_m en $n(m-\nu)$ points a'; les tangentes en ces points coupent L en $n(m-\nu)$ points u. Pareillement, un point u donne lieu à $n(m-\nu)$ points x. Donc il y a $2n(m-\nu)$ points x coïncidant chacun avec un point correspondant de u.

» Mais il y a $2(m-\nu)$ coïncidences qui sont des solutions étrangères; elles sont dues aux $2(m-\nu)$ points des deux droites E, F situés sur U_m; car, pour un tel point, a' coïncide avec a et x avec u, quelle que soit la droite L; ce qui est une solution étrangère. Il reste $2(n-1)(m-\nu)$ solutions; donc *la courbe cherchée est d'ordre* $2(n-1)(m-\nu)$.

» De même que dans le théorème précédent, si $\lambda = -1$, la courbe est de l'ordre $(n-1)(m-\nu)$.

» Par la seconde méthode, on établit la correspondance entre deux points a, α de la courbe U_m; le raisonnement devient

$$a,\quad (m-\nu)\ a',\quad x,\quad (m-\nu)(n-1)\ \alpha,$$
$$\alpha,\quad x,\quad (n-1)\quad a',\quad (n-1)(m-\nu)\ a,$$
$$2(n-1)(m-\nu).$$

C'est-à-dire : Un point a étant pris sur U_m, et la droite OA passant par ce point, la droite OA′ coupe U_m en $(m-\nu)$ points a'; les tangentes en ces points coupent une droite L en $(m-\nu)$ points x, d'où l'on mène $(m-\nu)(n-1)$ tangentes $x\alpha$. La tangente en un point α de U_m rencontre L en un point x d'où l'on mène $(n-1)$ tangentes xa'; les droites OA′ passant par les points de contact a' coupent U_m en $(n-1)(m-\nu)$ points a. Ainsi à un point a correspondent $(n-1)(m-\nu)$ points α, et à un point α correspondent $(n-1)(m-\nu)$ points a. Donc il y a $2(n-1)(m-\nu)$ coïncidences de a et α, et même nombre de points x sur L, d'où partent deux tangentes xa, xa', satisfaisant à la question; donc la courbe cherchée est de l'ordre $2(n-1)(m-\nu)$.

» Voici divers autres théorèmes, tous relatifs à la même question, démontrés par le principe de correspondance.

» 6. *Les normales des points* a *rencontrent les normales des points* a′ *sur une courbe de l'ordre* $2(m+n-1)(m-\nu)$.

» 7. *Les normales des points* a *rencontrent les tangentes des points* a′ *sur une courbe de l'ordre* $(m+2n)(m-\nu)$.

» 8. *Si, par le point où la tangente du point* a′ *rencontre une tangente fixe de* U_m, *on mène une parallèle à chaque corde* aa′, *ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $(2m + n - 3)(m - \nu)$.

» 9. *Si, par le point où la tangente en* a′ *rencontre une tangente fixe de* U_m, *on mène des perpendiculaires aux cordes* aa′, *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(2m + n - 3)(m - \nu)$.

» 10. *Il existe* $(2m + n - 2)(m - \nu)$ *cordes* aa′ *qui sont normales à* U_m *en leur point* a′.

» *Et même nombre qui sont normales en leur point* a.

» 11. *Il existe* $(m + n - 4)(m - \nu)$ *cordes* aa′ *qui sont tangentes à* U_m *en leur point* a′.

» *Et même nombre qui sont tangentes en leur point* a.

» 12. *Du point de rencontre des tangentes en* a *et* a′ *de chaque corde* aa′ *on mène une parallèle à cette corde : ces parallèles enveloppent une courbe de la classe* $2(m + n - 2)(m - \nu)$.

» 13. *Du point de rencontre des tangentes en* a *et* a′ *on abaisse une perpendiculaire sur la corde* aa′ : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $2(m + n - 2)(m - \nu)$.

» 14. *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $2(2m + n - 2)(m - \nu)$.

» 15. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on abaisse une perpendiculaire sur la droite* Oa′ : *ces perpendiculaires enveloppent une courbe de la classe* $(2m - \nu)(m - \nu)$.

» 16. *Les pieds des perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $(3m - 2\nu)(m - \nu)$.

» 17. *La normale du point* a′ *rencontre* Oa *sur une courbe de l'ordre* $(2m + n - \nu)(m - \nu)$, *qui a en* O *un point multiple d'ordre*

$$(m + n - \nu)(m - \nu).$$

» 18. *Les normales abaissées du point* a′ *de chaque corde* aa′, *sur la courbe, rencontrent la droite* Oa *sur une courbe de l'ordre*

$$[(m - \nu)(m + n - 1) + (m + n)(m - 1)](m - \nu).$$

» 19. *Les droites menées du point* a *de chaque corde* aa′ *aux points où la normale du point* a′ *rencontre la courbe* U_m *enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(2m + n - 2)$.

» 20. *La normale du point* a *de chaque corde* aa′ *rencontre les normales*

abaissées du point a′ *en des points dont le lieu est une courbe de l'ordre* $(m - \nu)(m + n - 1)(2m + n - 2)$.

» 21. *Les droites menées du point* a *de chaque corde* aa′ *aux pieds des normales du point* a′ *enveloppent une courbe de la classe*

$$(m - 1)(m - \nu)(2m + n - 2).$$

» 22. *Du point* a′ *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes* a′a″ *de* U_m : *les droites* aa″, *menées du point* a *aux points de contact de ces tangentes, enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(m + n - 4)$.

» 23. *La tangente au point* a′ *de chaque corde* aa′ *rencontre la courbe* U_m *en* $(m - 2)$ *points* a‴ : *les droites* aa‴ *enveloppent une courbe de la classe* $(m - 1)(m - \nu)(m + n - 4)$.

» 24. *Les normales menées du point* a *rencontrent les tangentes menées du point* a′ *sur une courbe de l'ordre*

$$(m - \nu)[n(m - 2)(m + n - 1) + (n - 2)(m + n)(m - 1)].$$

» 25. *Chaque corde* aa′ *rencontre une courbe* U_{m_1} *en des points d'où l'on mène les tangentes de* U_m : *ces tangentes coupent la droite* Oa *en des points dont le lieu est une courbe d'ordre* $m_1 n (m - \nu)(3m - \nu - 2)$.

» 26. *Si l'on mène les tangentes de* U_m *parallèles à chaque corde* aa′, *chaque tangente et cette corde interceptent, dans une courbe* $U^{n'}_{m'}$, *des cordes dont la courbe enveloppe est de la classe* $4m'(m' - 1)n(m - 1)(m - \nu)$.

» 27. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes d'une courbe* $U^{n'}$, *et du point* a′ *on mène les normales d'une autre courbe* $U^{n''}_{m''}$: *ces normales rencontrent les tangentes sur une courbe de l'ordre* $m(m - \nu)n'(m'' + n'')$.

» 28. *Du point* a *de chaque corde* aa′ *on mène les tangentes de* $U^{n'}$, *et du point* a′ *les normales de* $U^{n''}_{m''}$: *les droites qui joignent les points de contact des tangentes aux pieds des normales enveloppent une courbe de la classe*

$$m(m - \nu)[m'(m'' + n'') + n'm''].$$

» 29. Prenons pour second exemple de la facilité avec laquelle se généralisent les propositions les plus simples, au moyen du principe de correspondance, cette propriété fondamentale de la théorie des coniques : *Les droites menées de chaque point d'une conique à quatre points fixes de la courbe ont un rapport anharmonique constant.* Cette proposition se conclut dans le cercle de l'égalité des angles qui sous-tendent une même corde, et on l'étend à une conique quelconque par la perspective du cercle. Le principe de correspondance démontre directement, sans difficulté, que le lieu

d'un point d'où l'on peut mener à quatre points fixes des droites faisant un rapport anharmonique constant est une conique; et le même raisonnement conduit au théorème général dans lequel les quatre points sont remplacés par des courbes, savoir :

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener à quatre courbes, de classes* n', n'', n''', n^{IV}, *quatre tangentes faisant entre elles un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* $2n'n''n'''n^{IV}$.

» Il faut prouver qu'il se trouve sur une droite L $2n'n''n'''n^{IV}$ points d'où l'on peut mener quatre tangentes satisfaisant à la question.

» Soient a, b, c, d ces quatre tangentes, et $\frac{\sin a, c}{\sin a, d} : \frac{\sin b, c}{\sin b, d} = \lambda$ le rapport anharmonique qu'elles doivent former.

» On peut mener par un point ω $n'n''n'''$ système des trois tangentes a, b, c des trois premières courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$, $U^{n'''}$; chaque système donne lieu à une quatrième droite ωU, qui, comme conjuguée de c, fasse avec ces trois tangentes le rapport anharmonique prescrit; il suffit de chercher combien de ces droites ωU seront tangentes à la quatrième courbe $U^{n'''}$. Pour cela, il suffit de connaître la courbe enveloppe des droites ωU, c'est-à-dire combien de ces droites passent par un point I. Or les parallèles à ces droites, menées par le point I, coupent L en $n'n''n'''$ points ω_1, qui correspondent ainsi à ω. Que par un point ω_1, pris arbitrairement sur L, on mène la droite ω_1I, et deux tangentes a, b à $U^{n'}$ et $U^{n''}$, puis une quatrième droite ω_1K qui, conjuguée de ω_1I, fasse avec ces trois le rapport anharmonique λ; on aura ainsi $n'n''$ droites ω_1K, à raison des $n'n''$ couples de tangentes a, b des deux courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$; que l'on mène les $n'n''n'''$ tangentes de $U^{n'''}$ parallèles à ces $n'n''$ droites ω_1K; ces tangentes couperont L en $n'n''n'''$ points ω correspondant au point ω_1. Il existe donc $n'n''n''' + n'n''n''' = 2n'n''n'''$ coïncidences de ω et ω_1, et, conséquemment, $2n'n''n'''$ droites ωU passant par le point I. Ainsi la courbe enveloppe de la droite ωU est de la classe $2n'n''n'''$. Cette courbe a donc $2n'n''n'''n^{IV}$ tangentes communes avec la courbe $U^{n^{IV}}$. Donc il existe sur la droite L $2n'n''n'''n^{IV}$ points, d'où partent quatre tangentes des quatre courbes proposées ayant le rapport anharmonique donné : ce qu'il fallait démontrer.

» Chacune des quatre courbes peut se réduire à un point; on trouve alors la section conique.

» 30. On peut aussi se proposer de chercher le lieu d'un point d'où l'on mènerait plusieurs tangentes à une même courbe. Alors ce sont autant de

questions qu'il faut traiter directement, et dont la solution ne peut pas se conclure du cas de quatre courbes.

» On trouve, par exemple, que :

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener quatre tangentes, dont deux* a, b, *à une courbe* $U^{n'}$, *et les deux autres* c, d *à deux courbes* $U^{n''}$, $U^{n'''}$, *faisant un rapport anharmonique* $(a, b, c, d) = \frac{\sin a, c}{\sin a, d} : \frac{\sin b, c}{\sin b, d} = \lambda$, *est une courbe de l'ordre* $2n'(n'-1)n''n'''$.

» 31. *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener aux trois courbes les quatre tangentes* a, b, c, d *faisant le rapport anharmonique* (a, c, b, d), *dans lequel les deux tangentes* a, c *de* $U^{n'}$ *et* $U^{n'''}$ *sont conjuguées, est une courbe de l'ordre* $4n'(n'-1)n''n'''$.

» 32. *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener quatre tangentes dont trois à une courbe* $U^{n'}$ *et une à une courbe* $U^{n''}$, *faisant un rapport anharmonique constant, est* $2n'(n'-1)(n'-2)n''$. »

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement descendant des trombes solaires et terrestres, et sur la formation de leurs gaînes opaques.* Réponse à M. le Dr *Reye*, par M. **Faye**.

« Voici une question intéressante que M. le Dr Reye me pose dans sa Lettre du 5 janvier (1) :

« Selon M. Faye, une trombe est évidemment une sorte de machine; un appareil de transmission de la force, fonctionnant régulièrement comme un axe qui tourne, en portant à son extrémité un outil prêt à agir sur tout obstacle qu'on lui présente. Mais il ne nous dit pas par quelle force est produit le prétendu courant descendant qui forme l'axe de son appareil fort étonnant, sans doute. »

» En effet, cette comparaison doit sembler bien étrange à ceux qui, comme M. Reye, acceptent encore aujourd'hui la théorie de M. Espy plus ou moins modifiée. Cette théorie du mouvement ascendant des

(1) Quant aux cinq autres questions de M. Reye, elles se rapportent à des faits qu'il croit conformes à sa théorie et embarrassants pour la mienne. Les voici : 1° Pourquoi cette machine (les trombes, etc.) travaille-t-elle presque exclusivement en été?... — *Rép.* L'origine des trombes étant dans les grands courants supérieurs qui nous amènent les orages, cela revient à demander pourquoi ces courants portent principalement en été sur notre hémisphère. 2° Pourquoi agit-elle de préférence quand l'air est calme ou que le vent est léger et régulier? — *Rép.* Les spires des trombes faibles sont souvent dispersées par un vent un peu fort. 3° Pourquoi la pression de l'atmosphère s'abaisse-t-elle à la base au lieu d'augmenter? — *Rép.* C'est à la théorie de M. Reye que cette objection s'adresse,

trombes, tornados, etc., a eu en France son heure de succès, témoin le rapport si favorable qui en a été fait, il y a trente-trois ans, à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XII, p. 454). Je n'aurais pour ma part jamais songé à la contester, si l'étude du phénomène analogue du Soleil ne m'avait suggéré des idées diamétralement opposées. Je vais les exposer pour répondre à la question de M. Reye, bien que je n'aie pas eu primitivement pour but de donner la théorie des trombes, tornados, typhons, etc., mais seulement de montrer que ces phénomènes mécaniques se passent exactement de la même manière sur le Soleil et sur la Terre.

» Il faut distinguer ici deux mouvements : d'abord la vive rotation de l'outil, car je persiste dans ma comparaison; ensuite le mouvement très-particulier qui rapproche ou éloigne cet outil de l'obstacle, c'est-à-dire du sol. L'explication demandée doit s'étendre aux tourbillons de nos cours d'eau aussi bien qu'aux trombes, tournades ou cyclones de notre atmosphère, car les premiers sont tout aussi descendants que les seconds. Il y a de plus un troisième phénomène à expliquer, savoir le rétrécissement progressif des spires vers le bas. Enfin le mouvement descendant ne dépend pas du sens de la gyration. Il est d'ailleurs assez compliqué; car, si l'on voit les trombes descendre assez rapidement des nuages, c'est-à-dire d'une hauteur considérable, on les voit aussi s'arrêter parfois, hésitantes, descendre, se relever un peu pour redescendre plus loin, et, vers la fin, se relever tout à fait jusqu'à la nuée où elles ont pris naissance.

» En premier lieu, le mouvement gyratoire, cause déterminante de ces phénomènes, est dû aux différences de vitesse qui se produisent immanquablement dans des courants gênés par une cause quelconque. Soit, par exemple, un courant rectiligne dont les filets contigus aient des vitesses croissant d'un bord à l'autre. Pour faire abstraction du mouvement de translation, appliquons à chaque molécule une vitesse égale et contraire à la vitesse moyenne de tous ces filets parallèles. Il ne restera plus que des couples agissant dans le même sens et déterminant çà et là des gyrations partielles d'amplitude restreinte. Tel est dans sa simplicité le phénomène tourbillonnaire qui se présente si souvent dans nos cours d'eau; tels sont aussi les

---

et elle est alors décisive. On verra plus loin qu'elle ne porte pas sur la mienne. 4° Pourquoi, malgré l'impétueux courant descendant, la poussière et les objets légers s'élèvent-ils ordinairement à l'intérieur des trombes? — *Rép.* Il y a là une erreur de fait : les objets légers ne s'élèvent pas à l'intérieur des trombes, mais tout autour; 5° Pourquoi les arbres arrachés et les épis abattus sont-ils couchés dans des directions convergeant vers la base de la trombe? — *Rép.* Il n'y a pas là de difficulté; les objets fauchés circulairement par une trombe doivent, en effet, présenter quelque régularité de disposition dans leur chute.

pores dont la surface du Soleil est criblée, parce que les zones successives de la photosphère sont animées, comme on le sait, de vitesses variables de chaque côté de l'équateur.

» Mais si ces centres de rotation viennent à se confondre, nous aurons un vaste mouvement gyratoire, englobant une grande partie de la masse du courant. On s'en représente aisément les premiers effets, tels que l'accélération vers le centre, la diminution de pression au milieu, la formation d'un vaste entonnoir conique nettement accusé jusque dans les plus petits tourbillons, entonnoir auquel succède une saillie momentanée, selon la remarque de M. Belgrand, lorsque, le tourbillonnement venant à cesser, les parties fluides voisines se précipitent vers le centre pour y combler un vide.

» Il en est de même des grands courants atmosphériques qui règnent souvent bien au-dessus de nos têtes, sur une épaisseur considérable, et qui, éprouvant des résistances dues en partie à la rotation terrestre, prennent d'un bord à l'autre des vitesses différentes. C'est donc partout la même cause, dans l'air, dans l'eau, sur le Soleil, qui engendre le mouvement gyratoire. Le tourbillon une fois formé emmagasine, dans un espace de plus en plus étroit, la force vive résultant des inégalités susdites de vitesse, et la transporte en bas, jusqu'au sol, tandis qu'il voyage dans le sens du courant avec la vitesse moyenne de ce dernier.

» En second lieu vient le mode de transmission verticale de cette énorme force vive. Pour l'étudier, commençons par le cas simple d'un anneau solide tournant dans un milieu fluide, de densité égale ou peu différente. En chaque point de la surface tournante, la couche en contact immédiat sera projetée dans le sens de la rotation par propagation latérale du mouvement, et les molécules ainsi chassées seront remplacées aussitôt par d'autres placées au plus près, mais ne participant pas au mouvement. Mais les réactions ainsi produites par le fluide ambiant ne seront pas égales en tous sens : au-dessus de l'anneau, le travail du fluide, qui vient remplacer la couche expulsée, est favorisé par l'action de la pesanteur, tandis qu'au-dessous le même travail est entravé, au contraire, par cette force. Il y aura donc un léger excès de pression de haut en bas, sur tout le pourtour de l'anneau, excès croissant avec la vitesse de rotation et nul seulement dans le cas de l'immobilité. Si l'anneau était solide, il devrait descendre peu à peu et tout d'une pièce. Je ne sais si l'expérience sera réalisable. Si même l'anneau était un peu plus léger que le fluide ambiant, cet excès de pression pourra dépasser sa tendance ascensionnelle; mais la vitesse de rotation venant à tomber au-dessous d'une certaine limite, l'anneau remontera, plus lentement que s'il ne tournait pas.

» Supposons maintenant l'anneau fluide : les choses se passeront autrement, parce que ses diverses parties ne sont plus invariablement liées les unes aux autres. Chaque élément, outre sa rotation rapide autour d'un axe vertical, sera sollicité, par une légère pression de bas en haut, à tourner autour d'un axe horizontal, et cette seconde rotation se composera avec la première. Dès lors l'axe de la rotation résultante s'inclinera d'un petit angle, et comme la pression susdite est constante, le plan de gyration de cet élément se mettra à rouler coniquement autour de l'axe en descendant continuellement. En d'autres termes, cet élément et tous ceux qui le suivent prendront la figure d'une spire hélicoïdale descendante. On voit donc que l'anneau tournant se décomposera en filets analogues à ceux d'une vis animée d'un mouvement descendant, aussi longtemps du moins que la réaction verticale de haut en bas l'emportera sur la réaction contraire. Si la rotation diminue, cet effet diminuera aussi; si la densité de l'anneau est moindre que celle du fluide ambiant, le mouvement hélicoïdal, un moment arrêté, pourra devenir ascendant.

» Cette différence de densité ne saurait se produire dans les liquides; c'est donc dans les gaz seuls que le mouvement de descente peut devenir ascendant; mais il importe d'éviter ici toute méprise. Un tourbillon gazeux peut remonter jusqu'au point d'où il est descendu; mais il n'y a de tourbillon ascendant, au sens ordinaire du mot, que dans des circonstances très-spéciales qui sont ici hors de question, et, même alors, le phénomène n'aura ni l'allure ni l'énergie des trombes proprement dites.

» En troisième lieu, les spires descendantes ainsi produites vont sans cesse en se rétrécissant vers le bas. Cet effet, très-marqué en haut, l'est beaucoup moins en bas, et même il peut être, au pied de la trombe, remplacé par l'effet contraire. Faute de données numériques qu'aucun observateur n'a pu recueillir, je n'ai pu essayer de soumettre au calcul les actions qui déterminent ces phénomènes : bornons-nous à les indiquer. D'une part, la rotation des spires détermine une force centrifuge; mais, d'autre part, l'air intérieur emprisonné dans la trombe est entraîné par le mouvement gyratoire descendant et détermine au dedans une diminution très-sensible de pression, tandis que l'entraînement subi par l'air extérieur en contact avec les mêmes spires est contre-balancé par l'afflux du fluide ambiant illimité et immobile. D'après cela, les actions horizontales en chaque point pourront avoir, en général, une résultante dirigée de dehors en dedans. En la combinant avec celle des actions verticales, on voit que la résultante finale sera inclinée à la fois vers le bas et vers l'axe, de manière à produire en même temps la descente des spires et leur contraction progressive. Celles-ci se dessineront par conséquent sur

une surface de révolution de forme tronconique dont la partie rétrécie sera en bas. Ces effets singuliers de la réaction du milieu ambiant rappellent de loin ceux qu'un milieu semblable produirait dans les mouvements d'un corps céleste dont il transformerait l'orbite circulaire en une spirale parcourue avec une vitesse croissante.

» Cependant si la densité de l'air entraîné par la trombe ne croît pas aussi vite que celle du milieu, et si le mouvement de descente vient à faiblir, l'effet inverse pourra se produire : la force centrifuge devenue prépondérante élargira le pied de la trombe et le transformera en une sorte d'arrosoir divergent dont les parties, devenues indépendantes du tourbillon, finiront par remonter dans l'atmosphère. Tel est le cas général sur le Soleil, où il n'y a pas de sol résistant pour couper court à la propagation verticale des trombes.

» Presque tout ce qui précède s'applique aux cours d'eau comme aux milieux gazeux; mais, dans l'atmosphère, une nouvelle influence s'ajoute aux précédentes pour donner à ces phénomènes un plus grand développement. L'air des hautes régions, qui descend en tourbillonnant dans une trombe, est plus froid que les couches qu'il traverse (1); il condensera donc en premier lieu l'humidité de l'air intérieur et par suite l'élasticité de cet air diminuera. Au dehors, une condensation pareille et plus abondante se produira par le même effet, le milieu ambiant étant indéfini. Nous allons étudier en détail ces effets de température: nous les retrouverons identiquement sur le Soleil; car, malgré l'énorme chaleur qui y règne, il s'y trouve pareillement, un peu au-dessous de la photosphère, des vapeurs métalliques voisines de leur point de condensation ou de combinaison chimique. Autour de la trombe ce refroidissement s'étend à quelque distance, au delà de toute propagation appréciable du mouvement. Dans l'air chaud et humide des basses régions, ce refroidissement pourra atteindre le point de rosée; la trombe s'entourera donc d'une gaîne de vapeurs condensées et opaques qui en estompera les contours sans tourner violemment avec elle. Si, dans une des couches traversées, le point de rosée n'est pas atteint, soit par trop de sécheresse, soit parce que l'air amené par la

(1) M. Espy a voulu poser en principe l'impossibilité qu'un courant descendant soit plus froid que l'air des régions où il pénètre (*Comptes rendus*, 1841, t. XII, p. 460). Il est évident que de l'air, transporté en bas et se mettant en équilibre de pression statique avec l'air ambiant, se réchauffera par la compression; mais la question de savoir jusqu'à quel point il est comprimé dans le mouvement violent qui l'emporte n'est pas une question de Statique. L'opinion formulée par M. Espy est d'ailleurs contredite par les faits et par l'expérience des navigateurs qui ont souffert des rafales glacées des cyclones indiens en pleine zone torride.

trombe s'est trop réchauffé, la gaîne opaque ne se formera pas, et naturellement la trombe sera invisible dans cette partie-là. Le spectateur la jugera interrompue, ou bien il croira que le tube, qui descend des nues, a provoqué l'ascension d'un tube semblable s'élevant du sol. Mais nous allons passer en revue d'autres phénomènes bien plus singuliers encore, dont il serait véritablement très-difficile de se rendre compte par toute autre théorie.

» Je veux parler des trombes si bien observées et si clairement décrites par notre savant collègue du Bureau des Longitudes, M. le capitaine de vaisseau Mouchez, dans sa Lettre du 29 décembre dernier. Le disque tournant supérieur (au delà des nuages), qui par en bas dégénère en trombe, ne se décomposera pas toujours en une seule et même nappe hélicoïdale. Des diverses régions de ce disque descendront des hélices de pas différents, mais de même axe, dont les matériaux auront des températures diverses. Si le phénomène n'est ni tumultueux, ni troublé, si la gyration supérieure ne tend pas à s'opérer autour d'axes différents, ces hélices intérieures, très-distinctes les unes des autres, se feront, au sein même de l'air extérieur entraîné par la trombe, des gaînes de vapeurs particulières dont l'opacité, devenue sensible sur les bords, dessinera plusieurs canaux cylindriques dans la même trombe. Je ne connaissais pas d'autres observations du même genre avant de m'être rendu compte de ce phénomène; mais, il est facile actuellement d'y rattacher le spectacle singulier que la trombe de Königswinter a présenté aux habitants des rives du Rhin. Cette trombe a eu évidemment un ou deux tubes intérieurs entourés chacun d'une gaîne de vapeurs opaques. En traversant une courbe d'air relativement sèche ou froide, à une assez grande hauteur au-dessus du fleuve, ces gaînes furent supprimées momentanément sur un tiers ou un quart de la longueur totale de la trombe, mais non pas toutes à la même hauteur. On voyait, en effet, à découvert, comme une série de tubes emboîtés sortant du pied de la trombe, celui de l'intérieur étant le plus long. Le même effet en haut avait sans doute lieu pour le tronçon attenant aux nuages, mais il n'a pu être distingué complétement à cause de la distance. Il faudrait reproduire les dessins des témoins pour faire comprendre un phénomène aussi complexe, si l'explication que je viens d'en donner ne le rendait aisément intelligible. Les faits signalés par M. Mouchez ne sont donc nullement exceptionnels; il se pourrait qu'ils fussent la règle; mais, en général, la gaîne extérieure est trop épaisse pour laisser voir des détails pareils.

» Remarquez que le premier effet de cette gaîne de vapeurs, condensées comme un fourreau tout autour de la trombe, est de rendre le spectateur indécis sur la question de savoir si la trombe monte ou descend, tourne

avec violence, ou ne tourne pas du tout. Cela fait quatre opinions possibles : elles ont été admises et défendues successivement toutes les quatre. Il arrive bien parfois que cette gaîne est entamée par le mouvement de gyration intestine, et alors la structure hélicoïdale devrait révéler la nature du phénomène; mais, alors même, il n'est pas facile de décider *de visu* si la trombe monte ou descend. Cette incertitude où la contemplation directe des phénomènes laisse le spectateur le plus attentif est chose fatale : elle tient à ce que nous ne pouvons pas tourner en quelque sorte autour du phénomène pour le voir sous différents aspects. Quant à moi, l'étude du Soleil m'a montré ce même phénomène sous une autre face : sur le Soleil, je le vois d'en haut et non d'en bas.

» Transportons donc l'observateur à quelques dizaines de lieues au-dessus d'un de ces grands courants aériens où naissent les trombes. La couche de nuages, que nous voyons d'en bas comme un voile opaque et sombre lui apparaîtra, sous la lumière du jour, comme une immense nappe d'une blancheur éclatante. Bientôt il y distinguera une dépression conique, un vaste entonnoir à parois très-évasées, un peu moins éclairé, un peu moins brillant, dont l'orifice extérieur serait bien circulaire si la nappe nuageuse était elle-même sans aspérités. Au milieu de cette dépression, il verra un trou là où vient aboutir le tuyau de la trombe, et ce trou sera noir, parce que les rayons du Soleil n'y pénètrent pas. S'il y a au loin des points de repère, le spectateur s'apercevra bientôt que la couche de nuages, le vaste entonnoir conique et son trou central obscur marchent ensemble, avec la vitesse même du courant.

» S'il vient à se former, dans cet entonnoir, un tourbillon parasite aux dépens du tourbillon primitif, il les verra se dégager peu à peu l'un de l'autre, se donner d'abord chacun un orifice sombre (d'où le spectateur d'en bas verra pendre deux longs tuyaux parallèles), puis se partager l'entonnoir lui-même; mais, tant qu'ils restent partiellement engagés l'un dans l'autre, leurs deux trous noirs sont simplement séparés par une mince bande de nuages appartenant au fond général éclairé par le jour. Est-il nécessaire d'ajouter que l'observateur d'en haut ne verra pas plus de traces de rotation que le spectateur d'en bas? La ligne même de séparation de ces deux orifices reste naturellement immobile. Il est certain qu'on ne voit rien monter, mais on ne voit rien descendre; ce qui tourne est invisible et ce qu'on voit n'est qu'une gaîne, un fond brillant que la gyration n'entraîne guère que par accident. A ne regarder les choses que de ce point de vue, l'incertitude est la même que dans le premier cas, et trois ou quatre théories contradictoires peuvent encore se donner ici carrière

» Mais réunissez les deux modes d'observation, et tout devient clair et déterminé. L'un a vu descendre, l'autre est certain de n'avoir rien vu monter; l'un et l'autre ont saisi des traces de gyration manifeste et concordante, etc.

» En parlant exclusivement des trombes terrestres, il se trouve que je n'ai plus rien à dire des taches du Soleil; ce sont elles, en effet, que je viens de décrire en regardant de haut celles de la Terre. Sans doute, si l'on présentait à la première personne venue une gravure représentant une tache du Soleil, et une autre gravure figurant une de nos trombes, cette personne ne trouverait pas le moindre rapport entre ces deux dessins, et cependant il en existe un, bien simple et bien intime, c'est qu'ils représentent le même objet, l'un en plan, l'autre en élévation.

» Si M. Reye veut bien y songer, il se rendra compte ainsi de la portée des critiques si vives qui m'ont été adressées, dès le début, par deux savants italiens. Il n'a pas manqué de les rappeler dans sa Lettre. A mon tour je lui demanderai s'il a fait une réponse quelconque à celle que lui a adressée M. Zöllner, et je la citerai ici tout au long pour montrer à l'Académie qu'à l'étranger mes idées ne sont pas aussi mal accueillies que le fait entendre M. Reye :

« Puisque M. Reye me somme de dire sur quels points sa théorie serait en contradiction avec les faits, je me permettrai de lui en signaler un qu'on peut vérifier bien aisément, sans instruments coûteux et sans avoir recours à la discussion d'une masse d'observations; je me servirai d'un fait qu'il ne niera pas, le simple fait que les taches du Soleil sont noires. Or, suivant sa théorie, elles devraient être brillantes; car, tant qu'on admettra qu'un corps s'échauffe quand il vient à être mélangé avec un autre corps plus chaud, et que ce mélange ne saurait le refroidir, il sera impossible d'accorder à M. Reye que des courants *ascendants* et chauds, s'élevant au-dessus de places relativement plus chaudes du Soleil, à travers les couches de la photosphère, y produisent le refroidissement exigé par la noirceur relative des taches.

» A cet égard, la théorie de M. Faye est bien plus rationnelle; car il en résulte que les couches refroidies des hautes régions de l'atmosphère solaire sont entraînées en bas et y déterminent le refroidissement qui répond à l'obscurité relative des taches. » (*Ann. de Pogg.* Bd. CL, p. 452.)

» Le lendemain de cette lecture, j'ai reçu de M. Langley, de l'Observatoire d'Allegheny U.-S., un important Mémoire intitulé *Minute Structure of the Solar Photosphere*. C'est le premier résultat d'une étude entreprise à l'aide d'une des grandes lunettes existantes (pleine ouverture de 13 pouces sur le Soleil, grossissement de 400 à 800 fois), en vue de soumettre au contrôle des faits les théories de « Faye, Kirchhoff, Lockyer, Secchi, Young, Zöllner et autres éminents investigateurs de la Physique solaire. » Voici les conclusions de l'auteur :

« Il paraît à peine possible de consacrer une longue observation télescopique à la structure détaillée de la photosphère sans être conduit à conclure que l'action cyclonique est la plus marquée. Tout en reconnaissant que le type normal d'une tache cyclonique est rare, que les indices d'action cyclonique hors des taches sont faibles, et que dans celles-ci cette action ne paraît pas tout expliquer, nous ne pouvons pourtant éviter d'accepter plus ou moins complétement la théorie de Faye comme étant incontestablement basée sur une *vera causa*, et comme ayant sur toutes les autres l'avantage de relier sous une seule loi un vaste ensemble de vérités qui autrement resteraient isolées. » (*Amer. Journal of Science and Arts*, vol. VII, febr. 1874.)

» La Note que je viens de soumettre à l'Académie a justement pour but de dire pourquoi les caractères cycloniques des taches étudiées en elles-mêmes ne sont pas de ceux qui sautent aux yeux. Comment s'en étonner lorsqu'on a quelque peine à la mettre en évidence, même dans nos propres trombes, et qu'ils y sont encore contestés énergiquement et par les théoriciens et par les observateurs ! »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les eaux acides qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères* (fin); par M. **Boussingault.** (Extrait.)

« Les volcans, dans les Cordillères intertropicales, ont une constitution géologique des plus simples; rien n'y fait présumer des actions de métamorphisme. Loin des bouches ignées, on observe des basaltes, des obsidiennes, des ponces, placés généralement en dehors de l'action volcanique actuelle. Des laves, je n'en ai vu nulle part. La fameuse coulée de Lysco, sortie, d'après de Humboldt, de l'Antisana, est une large bande de menus fragments de trachyte, à angles vifs indiquant qu'ils n'ont été ni fondus ni roulés. On ne saurait mieux les comparer qu'aux matériaux de l'empierrement d'une route, attendant le rouleau compresseur. Au lieu de laves ce sont des boues (*moyas*) consolidées, superposées en strates, dont l'étendue et l'épaisseur dépendent de l'intensité des éruptions; elles recouvrent la pente des montagnes, occupent le fond des vallées, et, profondément coupées par des effets d'érosion, elles offrent, comme les laves, des lambeaux isolés sans liens avec leur point d'émission.

» La roche dominante, je pourrais dire la roche unique, des volcans de l'Équateur est le trachyte, que M. Bunsen, dans ses études sur l'Islande, divise en deux groupes : le trachyte normal, mélange de bisilicate d'alumine et de silicates alcalins; la roche pyroxénique normale, réunion

de silicates basiques d'alumine et de fer mêlés à la chaux, à la magnésie, à la potasse, à la soude.

» D'après de nombreuses analyses, le trachyte est une roches très-acide, relativement à la roche pyroxénique : la première contient 76 à 77 de silice, la seconde 48 à 49.

» L'obsidienne noire d'Islande a la composition du trachyte normal, de même que l'obsidienne incolore du Puracé analysée par M. Joseph Boussingault. Dans des recherches qui me sont communes avec M. Damour, nous avons trouvé et dosé le chlore dans plusieurs obsidiennes où probablement il forme un chlorure alcalin. Au reste, les trachytes du Chimborazo, de l'Antisana, les pierres ponces donnent, quand on les chauffe au rouge, de l'eau acidulée par de l'acide chlorhydrique.

» Si j'ai autant insisté sur la nature des roches, sur les substances qu'on y rencontre à côté des espèces minérales qui les constituent, c'est pour établir que dans le gneiss, la syénite, le grunstein porphyrique en relation soit avec le trachyte, soit avec les roches pyroxéniques, il existe des chlorures et des sulfates alcalins que l'eau peut dissoudre en les pénétrant, ainsi que le prouvent les thermes et les salines iodifères répartis dans les divers groupes des terrains cristallins; les laves même en contiennent à leur sortie des cratères ; il convient d'y ajouter le chlorhydrate d'ammoniaque.

» Pour la question que je traite en ce moment, peu importe que le chlorure de sodium ait été apporté par l'eau des mers; que les sulfates préexistent ou qu'ils soient dus à l'action du soufre sur les éléments du trachyte : je n'ai pas à discuter si les sulfates dérivent du soufre ou le soufre des sulfates. Ce que j'admets ne saurait être contesté, c'est que dans un foyer volcanique des sels alcalins, de la vapeur aqueuse, des roches à silicates acides sont en contact à une température élevée. Ces conditions étant posées, je me borne à rechercher comment il arrive que de l'acide chlorhydrique libre, de l'acide sulfurique libre soient élaborés en quantités assez fortes pour acidifier des sources thermales issues des volcans et qui communiquent leur acidité à de volumineux cours d'eau.

» La formation de l'acide chlorhydrique dans un foyer où un chlorure est en présence d'un trachyte et de la vapeur aqueuse est la conséquence de ce fait découvert par Gay-Lussac et Thenard : que le sel marin mélangé à de la silice est décomposé au rouge par l'eau en vapeur, le chlore uni au sodium

étant éliminé à l'état de gaz chlorhydrique. Si la vapeur n'est pas condensée, elle donnera de ces jets continus chargés d'acide que l'on voit sortir de certains cratères. Si, au contraire, la vapeur est liquéfiée, on aura de l'eau chaude acide, un therme semblable à ceux du Puracé et du Ruiz. Toutefois les eaux thermales issues de ces volcans ne renferment pas uniquement de l'acide chlorhydrique libre, il s'y trouve aussi de l'acide sulfurique libre dont la présence n'est pas aussi facile à expliquer quand on renonce à l'attribuer à la combustion lente de l'acide sulfhydrique des solfatares, exigeant d'ailleurs l'intervention de l'atmosphère et ne donnant, en réalité, que des quantités d'acide insignifiantes, si l'on compare cette production à celle de l'intérieur des volcans, puisqu'un seul cours d'eau, le Rio Vinagre entraîne chaque jour des milliers de kilogrammes d'acide sulfurique.

» Sans doute, des sulfates alcalins, ainsi que des chlorures, existent dans les trachytes, dans les roches pyroxéniques; mais, comme oxysels, ils ne se comportent pas, au rouge, avec la silice et la vapeur d'eau, à la manière des sels halloïdes. En les fondant avec des matières siliceuses, on les vitrifie, les bases forment des silicates; l'acide sulfurique est expulsé, dissocié en acide sulfureux et en gaz oxygéné: la décomposition exige une forte chaleur, elle est rarement complète. Aussi Pelouze a-t-il toujours rencontré du sulfate de soude dans les produits de la verrerie fabriqués avec ce sel; cependant j'ai trouvé qu'à une très-haute température les sulfates alcalins et terreux sont détruits sans le concours de la silice. La décomposition des sulfates de baryte, de potasse, de soude demande un degré de chaleur approchant de celui de la fusion du fer, et, nécessairement, leur acide est dissocié; par conséquent, dans le cas où un sulfate viendrait à être vitrifié dans un foyer volcanique, ce ne serait pas de l'acide sulfurique qui s'en dégagerait, mais ses éléments, du gaz acide sulfureux et du gaz oxygène qu'absorberait vraisemblablement l'oxyde ferreux contenu dans les roches. Cette décomposition, cette dissociation de l'acide sulfurique, dans la condition que je viens d'indiquer pourrait bien être l'origine du gaz acide sulfureux observé dans les cratères, dans les fumerolles où l'on ne voit pas brûler le soufre.

» Il resterait à savoir si, dans les volcans, la chaleur est assez forte pour vitrifier les sulfates. Malheureusement sur ce point on manque de renseignements; les récits des voyageurs sont insuffisants ou empreints d'exagération : des cataractes, des torrents de feu, des millions de pierres échauffées

au rouge, des laves liquéfiées brillant d'un éclat comparable à la lumière du Soleil. Ce qu'il y a de vague dans ces expressions tient à ce que les géologues ne sont pas tous familiarisés avec la notion qui permet au chimiste, au métallurgiste de juger approximativement les hautes températures par « la couleur du feu ».

» Dans la limite de mes observations, les blocs de trachytes, les cendres expulsées par les bouches ignivomes seraient ordinairement au rouge-cerise. Il est vrai, et je m'empresse de le faire remarquer, que les matières rejetées ne conservent pas la température qu'elles possédaient avant leur projection; toujours est-il que l'état où elles se trouvent à leur sortie du volcan permet d'estimer l'intensité de la chaleur à laquelle elles ont été soumises. Ainsi les arêtes vives des fragments de trachyte sont évidemment la preuve que cette roche n'a pas été exposée à un feu capable d'en opérer la fusion. La transparence, l'éclat vitreux des obsidiennes que l'on ramasse au pied du Puracé, ou que l'on observe en gisements importants à Siccipamba, près du Cotopaxi, indiquent que l'incandescence de ce minéral n'a pas atteint le rouge-cerise vif, et à plus forte raison le rouge-orange, parce qu'aux températures où ces nuances se manifestent, l'obsidienne éprouve un changement d'aspect très-prononcé.

» Sur la pente du Pasto j'ai ramassé des obsidiennes boursouflées; elles avaient par conséquent été chauffées au rouge-orange, c'est-à-dire à 1200 degrés, mais non pas à une température supérieure, parce qu'au rouge blanc une obsidienne tuméfiée fond en un verre homogène et transparent.

» Du peu de fluidité de certaines laves il ne faudrait pas en déduire que leur température n'a pas été très-élevée. Au reste, on a été bien informé sur le degré de chaleur qu'elles peuvent acquérir par un chimiste illustre qui connaissait bien la « couleur du feu ». Sir H. Davy, lors des éruptions du Vésuve, de 1819 et 1820, vit au point d'émission la lave couler au rouge blanc, température égale, sinon supérieure à celle de la fusion de la fonte de fer. En rapprochant cette indication précise des observations faites sur l'état des obsidiennes sorties du Puracé et du Pasto, on est autorisé à croire que, dans un volcan, la chaleur est, dans certains cas, assez intense, et dans d'autres cas insuffisante pour opérer la vitrification des sulfates par la silice des trachytes ou des roches pyroxéniques. Dans les conditions de vitrification, il est clair que l'acide sulfurique étant dissocié ne saurait être éliminé en nature; pour qu'il en soit

ainsi, il faudrait que la décomposition des sulfates ait lieu à un degré de chaleur *inférieur*, ou tout au plus limite du degré auquel commence la dissociation.

» La concomitance des acides chlorhydrique et sulfurique libres dans les eaux thermales émanant des volcans fait supposer que la décomposition des sulfates est solidaire de la décomposition des chlorures ; et comme ces derniers sels, quand ils se trouvent en contact avec de la silice, au rouge, les éléments de l'eau intervenant, donnent du gaz chlorhydrique, on pouvait admettre que cet acide en passant sur le mélange salin renfermé dans les roches volcaniques agirait sur les sulfates et en expulserait de l'acide sulfurique échappé à la dissociation.

» A ces suppositions on devait naturellement objecter que le gaz chlorhydrique n'attaque pas les sulfates alcalins quand ils ne sont pas dissous. Cela est vrai, à froid ; cependant il n'était pas invraisemblable qu'il en fût autrement au rouge, d'autant mieux que, à une haute température, ces sulfates, y compris le sulfate de baryte, abandonnent leur acide, et que, par conséquent, une atténuation dans l'affinité pouvait favoriser la réaction et faire que l'acide chlorhydrique transformât les sulfates en chlorure à une température bien inférieure à celle qu'exige leur décomposition. C'est en effet ce qui arrive, ainsi que l'établissent des expériences dont je présenterai ici les principaux résultats.

» Les sulfates étaient exposés à un courant soutenu de gaz chlorhydrique dans un tube en platine maintenu à une chaleur comprise entre le rouge obscur et le rouge-cerise. Les gaz, les vapeurs, en sortant du tube, traversaient de l'eau contenue dans un laveur.

			Calculé.
I.	Sulfate de baryte..........	0,487 gr	
	Chlorure de baryum obtenu..	0,431	0,434 gr
II.	Sulfate de strontiane........	0,480	
	Chlorure obtenu...........	0,411	0,4147
III.	Sulfate de strontiane........	0,375	
	Chlorure obtenu..........	0,323	0,324
IV.	Sulfate de chaux...........	0,600	
	Chlorure obtenu...........	0,490	0,4897
V.	Sulfate de soude...........	0,389	
	Chlorure obtenu...........	0,309	0,320

» La notable différence entre le poids du chlorure de sodium obtenu

et le poids du chlorure calculé s'est généralement manifestée lorsqu'on opérait sur des sulfates alcalins, sans doute parce que du chlorure était volatilisé dans le courant de gaz chlorhydrique.

» Dans toutes les expériences, on a constaté l'absence de sulfate dans les chlorures retirés de l'appareil et la présence constante de l'acide sulfurique dans l'eau que les gaz et les vapeurs avaient traversée en sortant du tube. En dosant cet acide, j'ai été frappé de sa résistance à la décomposition dans les conditions où l'on opérait : lorsque la vapeur de l'acide sulfurique monohydraté se trouvait mêlée à un volume considérable de gaz chlorhydrique et de vapeur aqueuse; car on sait avec quelle facilité cet acide est dissocié quand il est isolé.

» Ainsi, dans l'expérience IV, $0^{gr},600$ de sulfate de chaux renfermant $0^{gr},353$ d'acide sulfurique ont été transformés par le courant de gaz chlorhydrique en $0^{gr},490$ de chlorure de calcium, ce que la théorie indiquait, et de l'eau du laveur on a retiré $0^{gr},2475$ d'acide sulfurique, précisément les $\frac{7}{10}$ de l'acide contenu dans le sulfate de chaux.

» Je rapporterai une autre observation : $0^{gr},500$ de sulfate de potasse dans lesquels il entrait $0^{gr},230$ d'acide sulfurique, ont été soumis, au rouge, pendant deux heures, à un courant de gaz chlorhydrique. Après l'opération, on s'assura qu'il ne restait que des traces de sulfate dans le mélange.

» Dans l'eau du laveur, on dosa $0^{gr},212$ d'acide sulfurique, les $\frac{9}{10}$ de l'acide contenu dans les $0^{gr},500$ de sulfate de potasse.

» On trouvera dans mon Mémoire plusieurs expériences établissant que les sulfates alcalin et terreux exposés au rouge à un courant de gaz chlorhydrique sont transformés en chlorures et qu'une très-forte fraction de leur acide est entraînée sans avoir été dissociée.

» J'ai admis que dans les volcans de l'acide chlorhydrique peut être produit par l'action des roches siliceuses sur les chlorures, avec le concours des éléments de l'eau. Il convenait cependant de savoir si la silice engagée dans le trachyte, dans le pyroxène, dans le feldspath se comportait comme la silice pure que Gay-Lussac et Thenard avaient employée dans leur mémorable expérience. J'ai institué à ce sujet des recherches dont je puis résumer ainsi les résultats :

Dans des conditions exactement semblables et le chlorure de sodium décomposé par la silice étant	1,00
On a pour le trachyte vitreux	0,83
Pour le feldspath	0,41

Ainsi le feldspath, beaucoup moins siliceux, moins acide que le trachyte vitreux, a réagi moins énergiquement sur le chlorure de sodium.

» De ces faits il est permis de conclure qu'une roche trachytique, mêlée à des chlorures et à des sulfates alcalins ou terreux, produirait au rouge-cerise, par l'intervention de l'eau, de l'acide chlorhydrique, lequel, agissant sur le sulfate, en éliminerait de l'acide sulfurique.

» Des mélanges de trachyte, de chlorure de sodium, de sulfate de soude, de sulfate de chaux, introduits dans un tube de platine chauffé au rouge et traversé par un courant de vapeur, ont réagi ainsi qu'on l'avait prévu. La vapeur condensée à la sortie du tube a fourni de l'eau renfermant de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique libres, comme une eau thermale acide.

» De l'ensemble de ces recherches il résulte que, à des températures comprises entre le rouge sombre et le rouge-cerise, en d'autres termes, entre 700 et 900 degrés, la vapeur d'eau, en agissant sur un mélange de chlorure et de sulfates alcalins ou terreux en contact avec une roche riche en silice, telle que le trachyte, développe de l'acide chlorhydrique et de l'acide sulfurique, dont une partie peut être entraînée en nature par le courant de gaz chlorhydrique et de vapeur aqueuse. A une température beaucoup plus élevée, celle de la liquéfaction des laves, à la chaleur blanche, c'est-à-dire à 1300 degrés, la silice, avec l'intervention de la vapeur d'eau, déterminera toujours une production de gaz chlorhydrique, mais le concours de ce gaz ne sera plus indispensable à la décomposition des sulfates mêlés aux chlorures, la roche siliceuse suffisant pour l'effectuer en vitrifiant leurs bases, et alors l'acide sulfurique sera dissocié en gaz oxygène et en gaz acide sulfureux.

» En résumé, la présence simultanée des chlorures et des sulfates dans les roches ignées permet d'expliquer la formation de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique dans les émanations des cratères, des fumerolles, et, par suite, l'apparition de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique libres dans les eaux thermales qui prennent naissance dans les volcans des Cordillères équatoriales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Météorologie du mois de janvier 1874, à Tougourt.* Note de M. CH. SAINTE-CLAIRE DEVILLE.

« De retour d'une première tournée d'inspection dans nos possessions algériennes, l'Académie me permettra, j'espère, d'appeler son attention sur quelques-uns des résultats scientifiques déjà obtenus.

» Grâce à l'excellent accueil que j'y ai reçu, grâce au concours sympathique que j'ai trouvé dans les autorités civiles et militaires, et, je puis dire, dans toute la population, j'ai pu, après avoir établi, avec l'aide des trois Commissions météorologiques d'Alger, d'Oran et de Constantine, un canevas météorologique général, me rendre d'abord dans l'extrême sud, et aller installer moi-même à Biskra et à Tougourt les appareils complets que je devais à l'énergique et intelligente initiative de M. le général de La Croix, naguère commandant la division de Constantine. Depuis deux mois, l'abri adopté par les Commissions départementales fonctionne dans ces deux stations, et il y protége une série d'instruments semblable à celle que j'ai installée à Montsouris dès 1869 et qui existe aujourd'hui dans plus de trente Observatoires situés en France.

» Un avenir prochain permettra, j'espère, de tirer un excellent parti, au double point de vue de la science pure et de ses applications à la culture et à la navigation, du réseau météorologique qui va ainsi s'établir dans les régions algériennes, dont on ignore à peu près entièrement les vraies conditions climatériques. Alors seulement nous pourrons donner quelques développements à ce sujet. Je voudrais, néanmoins, montrer que, dès maintenant, les deux stations du désert nous fournissent quelques enseignements précieux.

» Celle de Biskra est confiée au capitaine du génie Roshem (1), qui a apporté un soin minutieux à l'installation des appareils. La station de Tougourt, qui atteint presque le 33ᵉ degré de latitude, et dont je veux surtout parler ici, est placée sous l'intelligente direction de M. le Dʳ Audet, médecin aide-major de l'hôpital. J'ai trouvé à Tougourt un emplacement presque sans défauts, près du cercle; l'abri a, au sud, les palmiers du jardin; au nord, il est ouvert sur les abords de la grande place; il est suffisamment entouré de végétation et sensiblement à l'abri d'influences rayonnantes.

(1) Le capitaine Roshem est aujourd'hui remplacé à Biskra par le capitaine Péret, en qui j'ai déjà pu apprécier, à Batna, l'esprit d'observation et l'amour de la science. Ils sont tous deux parfaitement secondés par le garde du génie.

J'ai pensé que l'Académie me permettrait de mettre sous ses yeux les principaux résultats de ce premier mois de *bonnes* observations faites *avec suite* dans le désert.

» Voici quelques-unes des réflexions que peut suggérer la lecture de ce tableau, et qui, bien entendu, ne doivent encore s'appliquer qu'à ce mois de janvier.

» En ce qui touche les *moyennes* thermométriques diurnes ou mensuelles, on voit que la moyenne des trois heures d'observation, sous l'abri comme au thermomètre-fronde, dépasse de 0°,10 ou 0°,15 celle que l'on déduit des deux extrêmes, laquelle est déjà, comme on sait, légèrement supérieure à la moyenne vraie. Pour Paris nous pouvons, grâce aux vingt heures d'observations diurnes que j'ai fait faire pendant près de trois ans à Montsouris, conclure la faible correction à appliquer à une combinaison quelconque d'heures d'observation; et les dix-neuf observations diurnes que M. Renou fait, en ce moment, au Parc-Saint-Maur, avec un seul aide, nous donneront la même correction pour la campagne parisienne. En Afrique et dans le désert, il suffira d'avoir, de temps à autre, huit observations équidistantes pour obtenir, à peu de chose près, la faible correction dont il s'agit.

» L'écart entre la moyenne diurne la plus élevée (14°,50) et la moyenne diurne la plus faible (6°,11) a été de 8°,39. A Montsouris (1), l'écart des moyennes diurnes, pour le même mois, a été de 11°,95; au Parc-Saint-Maur, il a été de 11°,60.

» Les écarts absolus ont été :

A Tougourt.......	(20°,8 et — 1°,6) = 21°,4.
A Montsouris.....	(12°,7 et — 3°,6) = 16°,3.
Au Parc-Saint-Maur.	(13°,0 et — 4°,1) = 17°,1.

» Ainsi l'écart des températures extrêmes a été plus grand et l'écart des moyennes diurnes plus faible à Tougourt qu'à Paris.

» A Tougourt, il y a eu sept jours de gelée : six de ces jours se concentrent entre le 8 et le 13, c'est-à-dire qu'ils jalonnent les *saints de glace* ou, pour parler plus exactement, l'oscillation mensuelle ou *dodécuple* de janvier, comme le froid du 11 du mois dernier a jalonné celle de février, et comme, dans quelques jours, le mois de mars subira une oscillation, dont le minimum tombera entre le 9 et le 13.

(1) *Comptes rendus*, 5 février 1874, p. 374 et 375.

DATES.	TEMPÉRATURE											HYGRO			
	SOUS L'ABRI.							A L'AIR LIBRE. (Thermomètre-fronde.)				TENSION DE LA VAPEUR.			
	Min.	Max.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.
	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	mill.	mill.	mill.	mill.
1	1.2	16.8	9.00	4.0	15.9	13.3	11.0	5.7	15.1	13.4	11.35	5,15	10,51	9,99	8,55
2	10.9	15.8	13.35	11.3	14.7	13.3	13.1	12.2	15.5	14.8	14.17	8,44	11,24	8,46	9,38
3	10.9	17.8	14.35	11.3	16.6	13.1	13.7	12.5	17.8	15.2	15.17	8,44	10,03	8,82	9,11
4	6 2	19.1	12,65	10.6	17.1	13,6	13.8	10.5	17,2	15.2	14.23	7,67	8,99	6,82	7,83
5	8,4	18.1	13.25	9.6	17.3	13.3	13.4	10.5	17.1	13.5	13.70	6,33	5,30	4,65	5,43
6	2.4	15,1	8.75	4.7	13.9	6.4	8,4	5.0	14.0	6.6	8.53	4,83	3,63	4,72	4,39
7	4.1	16.1	10.05	7.3	14.9	6.4	9.5	8.0	14.6	6.2	9.60	5,64	4,81	5,52	5,32
8	—0.7	15.3	7.30	2.1	12.4	7.5	7.3	2.0	12,9	7.2	7.33	3,48	4,53	4,26	4,09
9	—0.6	16.4	8.00	0.5	15.1	7.5	7.7	0.4	14.2	7.2	7.27	4,06	4,46	4,26	4,26
10	—1,2	15.1	6.95	0.3	12.5	5.3	6.0	0.4	12.4	5.4	6.06	4,16	5,37	5,27	4,93
11	—1.6	15.4	6.85	— 1.3	13.2	7.2	6.4	—1.4	12.2	8.0	6.27	//	5,17	4,74	//
12	—1.5	14.3	6,40	3.3	10.8	7.7	7.3	3.8	11.2	7.0	7.34	4,43	5,27	5,08	4,93
13	—0.4	15.6	7.60	0,5	13.8	7.1	7.2	0.8	14.9	7.0	7.63	3,01	5,92	5,74	5,06
14	0.4	16,2	8.30	3.3	15.7	8.7	9.2	3.6	11.9	9.0	8.16	4,99	8,09	6,64	6,57
15	1.4	17.3	9.35	5.5	16.1	11.5	11.0	5.8	15.8	12.0	11.20	6,06	8,29	9,28	7,88
16	3.0	14.9	8.95	6.9	15.2	11.5	11.2	7.1	15.0	12.1	11.40	6,96	9,74	8,56	8,42
17	6.2	15,1	10.15	8.2	14.1	12.1	11.5	8.6	14.0	12.6	11.73	7,96	11,06	9,67	9,73
18	7.8	15.5	11.65	9.5	14.1	14.1	12.6	9.2	14.6	12.4	12.06	6,27	6,87	9,51	7,55
19	8.2	17.9	13.05	5.3	16.1	10.4	10.6	6.0	16.9	10.6	11.17	5,38	6,44	7,29	6,37
20	4.9	18.8	11.85	7.4	17.1	14.0	12,8	7.6	17.8	14.2	13.20	5,56	6,64	7,05	6,42
21	5.2	20.5	12.85	6.3	17.6	11.9	11.9	1.5	18.5	12.0	12.33	6,31	7,91	7,13	7,12
22	4.7	18.8	11,75	5.5	16.3	10,1	10.6	5.8	10.8	10.9	9.17	5,46	7,13	6,68	6,42
23	3.8	20.1	11.95	4.4	18,1	11,8	11.4	4.9	18.0	12.0	11.63	5,71	7,47	6,64	6,61
24	3.0	18.9	10.95	3.7	16.2	10.1	10.0	3.8	16.0	9.9	9 90	3,53	9,15	7,25	6,64
25	1.6	17.2	8.95	2.3	15.7	8.9	9.0	2.0	15.5	10.0	9.17	4,76	8,54	7,76	7,02
26	1.9	15.8	8.85	6.1	15.1	11.4	10.9	6.0	15,1	11.1	10.70	6,43	7,85	8,34	7,54
27	5.8	17,3	11.55	3.9	15.6	9.3	9.6	4.0	16.0	9.5	9.83	5,13	8,99	6,39	6,84
28	2.7	18.0	10,35	2,1	15.6	9.8	9.2	2,1	16.0	9.3	9.13	4,70	6,08	5,00	5,26
29	2.2	17.3	9.75	3.3	15,9	7.6	8.9	3.4	15,8	7.9	9.03	5,03	6,38	6,54	5,98
30	0.2	12.8	5.96	1.6	13.0	6.8	7,1	1.3	12.5	5.7	6.84	3,73	4,83	4,18	4,25
31	—1.4	12.5	6.15	0.8	11.9	7.8	6.8	—0.8	11.8	8.0	6.33	2,72	4,40	5,52	4,21
Tot.	79.9	516.8	306.85	150.3	467.8	309.5	309.1	157.3	461.1	317.9	311.63	162,83	221,64	207,76	194,11
Moy.	2.2	17.3	9.90	4.9	15.0	10.0	10.0	5.07	14.87	10.25	10.06	5,43	7,15	6,70	6,47

MÉTRIE.				VENTS.						PLUIE.	REMARQUES DIVERSES.
HUMIDITÉ RELATIVE.				DIRECTION.			INTENSITÉ. (0 à 7.)			— millimètres.	
7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	Moy.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.	7 h. m.	1 h. s.	7 h. s.		
85	78	88	84	N	NE	NE	5	1	1	"	Couvert le matin, beau le soir.
85	91	75	84	NE	NE	NE	5	5	5	0,2	Couvert la journée, vent fort, pluie fine avant 7 h. matin.
85	72	79	79	NE	NE	NE	5	5	5	"	Couvert, vent et sable.
80	63	58	67	NE	NE	N	1	1	5	"	Couvert toute la journée.
70	35	40	48	NO	NNO	NO	5	5	5	"	Couvert la journée. Vent et sable. Calme le soir, 8 h.
76	30	66	57	NO	NO	ONO	1	0	1	"	Beau.
73	37	77	62	NO	NO	NNO	0	1	1	"	Beau.
62	42	55	53	NO	NO	NO	1	0	0	"	Beau.
86	34	55	58	NO	NO	NO	0	1	0	"	Beau.
89	50	79	73	NO	NO	NO	1	0	0	"	Beau.
"	46	62	"	NO	NO	SE	1	0	0	"	Beau.
77	55	65	66	SO	NO	N	1	1	0	Qq. g^ttes.	Quelques nuages. Pluie fine.
73	50	77	67	NNO	NO	NO	1	0	0	"	Beau.
86	60	85	75	NNO	NO	NO	1	0	3	Qq. g^ttes.	Beau le matin, couvert le soir, pluie.
90	61	93	81	NE	E	NE	1	1	1	1,4	Nuages, pluie le soir à 5 heures.
94	75	85	85	NE	E	NE	2	1	1	0,2	Nuages, pluie dans la nuit du 16 au 17.
100	91	93	95	NO	NE	NE	0	0	3	1,8	Couvert le matin, fort orage partant de E. (à 8 1/4 matin).
71	57	80	69	NNE	NE	NO	0	0	1	"	Couvert la journée, le soir éclairs S.-E. lointains.
81	46	77	68	NE	NO	NO	1	4	4	Qq. g^ttes.	Qq. nuages le matin, le soir couv., pluie fine sans durée.
72	46	59	59	NO	NNO	NNO	3	4	3	"	Couvert la journée. Beau le soir.
89	53	69	70	NNO	N	N	1	2	0	"	Matin nuages, à 1 heure beau. Soir nuages.
81	52	72	68	NO	NNO	NO	0	0	0	"	Beau.
91	48	64	68	NNE	NO	NO	0	0	0	"	Beau.
93	66	79	79	NO	NO	NO	0	0	0	"	Matin beau, 1 h. nuages. Soir couvert.
89	64	92	82	NO	NO	NO	0	0	1	"	Couvert.
92	61	70	74	NO	NE	NE	0	3	1	"	Beau.
84	68	73	75	NNO	NO	N	1	1	0	"	Beau.
89	46	55	63	NE	N	NO	0	0	0	"	Beau la journée, le soir nuages.
94	47	84	75	NO	NE	NE	0	0	3	"	Beau.
73	42	56	57	ENE	E	E	0	0	0	"	Beau.
58	41	70	56	ENE	ENE	E	0	1	0	"	Le matin beau ; de 1 h. jusqu'au soir, couvert.
2468	1707	2227	2097	"	"	"	"	"	"	3,6	
82	55	72	70	"	"	"	"	"	"	"	

» Les variations de l'état hygrométrique de l'air offrent aussi de l'intérêt. Les tensions extrêmes ont varié, en effet, considérablement (de $2^{mm},72$ à $11^{mm},56$), et l'humidité relative a oscillé entre 30 et 100. Au Parc-Saint-Maur, ces deux extrêmes ont oscillé, pour la tension, entre $3^{mm},37$ et $10^{mm},75$, et, pour l'humidité relative, entre 56 et 100.

» Les moyennes diurnes ont varié de $4^{mm},09$ à $9^{mm},38$ et de 48 à 95 centièmes, tandis qu'à Montsouris les deux variations sont comprises, l'une entre $3^{mm},7$ et $8^{mm},6$, l'autre entre 74 et 98 centièmes.

» La tension mensuelle moyenne à Tougourt, en janvier 1874, a été de $6^{mm},47$, et l'humidité relative moyenne de 70. Les nombres analogues, pour le même mois, sont, à Montsouris, $5^{mm},35$ et 91; au Parc-Saint-Maur, $5^{mm},75$ et 91.

» A Paris, le vent a varié presque uniquement du sud-est à l'ouest-sud-ouest par le sud, tandis qu'à Tougourt il n'a guère varié que de l'est-nord-est à l'ouest-nord-ouest par le nord. Il n'y a donc, pour ainsi dire, pas eu une seule direction commune aux deux stations.

» De part et d'autre, la plus grande intensité du vent s'est manifestée dans les premiers jours du mois de mars; mais, à Montsouris, on signale, les 2, 3 et 4, d'assez fortes brises de sud-sud-ouest et d'ouest-sud-ouest, tandis qu'à Tougourt les cinq premiers jours du mois présentent de très-forts vents du nord-est au nord-ouest, par le nord.

» A Tougourt, il n'est tombé, dans tout le mois, que $3^{mm},6$ de pluie. A Montsouris, on en a reçu 24 millimètres et $22^{mm},8$ au Parc-Saint-Maur.

» L'observation de la pression atmosphérique est la plus instructive. En effet, grâce au judicieux choix d'heures fait par la Commission météorologique de Constantine, nous connaîtrons, avant peu, avec une assez grande exactitude, l'étendue de la semi-oscillation barométrique de la journée (on sait que la semi-oscillation nocturne est toujours plus faible). Dans le petit tableau suivant, j'ai réuni les différences barométriques entre 10 heures du matin et 4 heures du soir, pour tout le mois de janvier à Tougourt, et les mêmes différences, du 16 décembre 1873 au 3 janvier 1874, pour Biskra, les seules que je possède encore pour cette dernière station.

TOUGOURT, janvier 1874.

Dates.	Différ.	Dates.	Différ.	Dates.	Différ.
	mm		mm		mm
1...	−0,73	12...	−2,35	23...	−1,88
2...	−1,69	13...	−0,96	24...	−2,66
3...	−3,68	14...	−1,70	25...	−0,48
4...	−1,03	15...	−2,29	26...	−2,30
5...	+1,47	16...	−2,33	27...	−4,57
6...	−3,02	17...	−1,09	28...	−0,28
7...	−0,07	18...	−2,13	29...	−2,43
8...	−1,79	19...	−1,42	30...	−6,43
9...	−1,30	20...	−0,07	31..	−0,31
10...	−2,89	21...	−2,28		
11...	−3,93	22...	−2,39		

Moyenne... $-1^{mm},90$

BISKRA.

Dates.	Différ.	Dates.	Différ.
			mm
Décembre 1873.		26...	−1,02
16...	−1,55	27...	−3,00
17...	−3,20	28...	−3,67
18...	−0,61	29. .	−1,97
19...	−1,99	30...	−0,62
20...	−2,85	31...	−2,82
21...	−2,46	*Janvier* 1874.	
22...	−1,57	1...	−1,24
23...	−2,07	2...	−2,07
24...	−1,05	3. .	−2,57
25...	−1,66		

Moyenne... $2^{mm},00$

» On voit que, des deux côtés, la différence moyenne est sensiblement de 2 millimètres; et, comme cette différence donne manifestement un minimum pour l'oscillation diurne, il en résulte que cette oscillation semble atteindre, au moins en hiver, dans les régions désertes qui séparent Biskra de Tougourt, une étendue presque égale à celle qu'elle atteint sous les tropiques : résultat assurément fort intéressant, et dont il faudra tenir compte dans la discussion des observations barométriques simultanées.

» On remarque, d'ailleurs, une assez grande différence dans la tenue barométrique des deux stations.

» Pour les dix-neuf jours de Biskra, le mouvement est toujours dans le même sens et ne varie que de $0^{mm},61$ à $3^{mm},67$.

» Dans les trente et un jours de Tougourt, un (le 5 janvier, jour de très-fort vent de nord-ouest et d'humidité relative minima) présente une différence négative : la pression est, à 4 heures de soir, plus élevée de $1^{mm},47$ qu'à 10 heures du matin. Un autre (le 30, jour de vent d'est ou de calme, et minimum thermométrique) présente l'énorme différence de $6^{mm},43$.

» Sans vouloir tirer des conclusions absolues de ces observations, encore trop peu nombreuses, on voit quelle riche moisson de faits et de déductions originales ces nouvelles stations, qui vont, je l'espère, être suivies d'un grand nombre d'autres, sont destinées à fournir aux météorologistes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances solaires, pendant le dernier trimestre de l'année* 1873. *Résultats fournis par l'emploi des réseaux, au lieu de prismes, dans les observations spectrales des protubérances.* Lettre du P. A. SECCHI à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, le 24 février 1874.

» J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie les tableaux (p. 608) qui résument les observations des protubérances solaires pendant le dernier trimestre de l'année 1873, du 2 octobre au 26 décembre.

» Dans cet intervalle, le Soleil a continué à présenter une faible activité; on n'a observé de recrudescences que pendant de très-courts intervalles. Les détails de ces variations sont mentionnés dans la publication mensuelle de notre Observatoire, et je m'abstiendrai de les rapporter ici. Je dirai seulement que, pendant l'année, on a fait une attention soutenue à plusieurs particularités dont les résultats me paraissent intéressants et que je vais résumer.

» 1° On a soigneusement observé la structure des taches spirales, et l'on en a constaté une demi-douzaine. En traçant sur les figures la ligne tangente aux spires, on a vérifié la rotation, mais jamais pendant plus de deux jours; le troisième jour, ou bien la spirale s'était évanouie, ou bien elle avait rebroussé chemin, comme on l'a constaté dans le mois de décembre. Nous avons alors été convaincus qu'il n'y a pas là une véritable circulation persistante, mais plutôt des phases qui dépendent des actions violentes dues aux éruptions.

» 2° La coexistence des taches avec les éruptions, sur les bords du Soleil, a été vérifiée quatre-vingt-neuf fois; huit fois seulement, des taches ont été vues aux bords sans éruption. Dans les cas où ce phénomène s'est produit à l'est, les taches se sont fermées deux ou trois jours après. Voici les nombres, pour chaque mois, des éruptions les plus belles qui ont accompagné les taches.

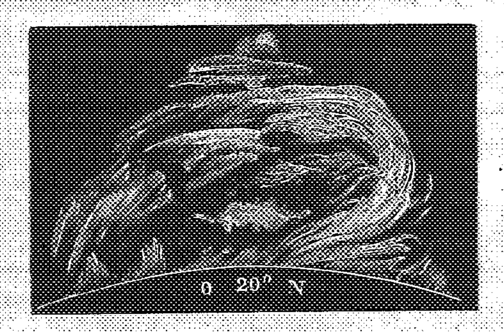
	En coïncidence.	Opposées.		En coïncidence.	Opposées.
1872. Décembre....	4	0	1873. Juillet.......	10	1
1873. Janvier.......	11	3	Août........	11	0
Février.......	4	1	Septembre....	12	0
Mars..........	9	0	Octobre......	3	0
Avril.........	5	2	Novembre....	3	0
Mai..........	7	0	Décembre....	3	0
Juin.........	5	1			

» Pour ce qui est des coïncidences, on a noté cinq fois une facule simple,

vive, paraissant le jour qui suivait l'éruption; mais la facule s'est ensuite transformée en tache, avec un point central.

» 3° Les raies renversées qui ont été observées dans les éruptions sont la raie B-C (1), les raies D', D'', les raies *b* du magnésium, un grand nombre des raies du fer, outre les raies ordinaires de l'hydrogène et la raie D_3. Le 17 juillet, nous avons vu, en outre, se manifester plusieurs raies brillantes entre la raie 950 et la raie 980 K, à l'occasion d'une éruption dans laquelle la raie D_3 était très-vive et très-haute; ces lignes se sont présentées deux autres fois, dans des circonstances pareilles. Ces nouvelles raies paraissent plutôt en relation avec la raie D_3 qu'avec les autres raies métalliques.

» 4° Le mouvement spiral, assez rare dans les taches, a été constaté plusieurs fois dans les protubérances; mais on a vu souvent une rotation autour d'un axe horizontal. Je reproduis ici la figure de l'éruption obser-



vée le 22 janvier, à 2h 33m, en présence de MM. Tacchini et Rutherfurd, de New-York; le dessin en a été fait par M. Tacchini, à notre Observatoire. La position était O. 20 degrés N.

» La forme de la protubérance est celle d'un jet lancé avec une énorme vitesse, et rebroussé avec violence par un courant supérieur, qui le replie en bas, produisant ainsi une structure tourbillonnante; parmi les masses suspendues à l'intérieur de la spire, ou détachées de ses extrémités, les unes retombaient sur le globe; d'autres se soulevaient en forme de nuages. On remarquait une masse suspendue à l'intérieur, qui lançait des jets en haut et en bas. Les masses les plus vives disparurent en moins d'une demi-heure; la hauteur totale était de 144 secondes. Le magnésium était lancé, par intervalles, à une hauteur d'une minute; un grand nombre des raies ordinaires était renversé.

(1) C'est la raie intermédiaire entre B et C, à 0,45 de C.

TABLEAU A.

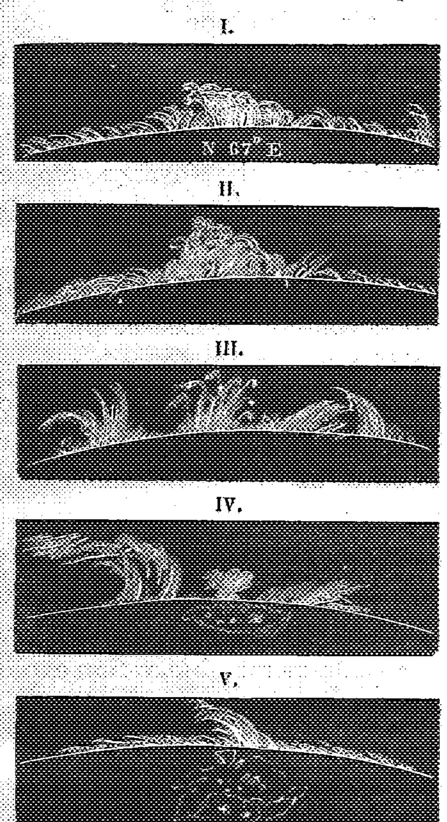
ROTATIONS 1873.	COMMENCEMENT.	FIN.	NOMBRE des protubérances.	SOMME d'observations.	MOYENNE diurne.
XXXIII..........	3 octobre....	31 octobre....	89	14	6,3
XXXIV..........	1 novembre.	27 novembre.	98	13	7,5
XXXV...........	28 novembre.	25 décembre..	120	15	8,0

TABLEAU B. — *Résumé des observations des protubérances solaires du 3 octobre au 26 décembre 1873.*

ROTATIONS.	HÉMISPHÈRE NORD.									HÉMISPHÈRE SUD.								
	90° à 80°	80° à 70°	70° à 60°	60° à 50°	50° à 40°	40° à 30°	30° à 20°	20° à 10°	10° à 0°	0° à 10°	10° à 20°	20° à 30°	30° à 40°	40° à 50°	50° à 60°	60° à 70°	70° à 80°	80° à 90°
Nombre général des protubérances.																		
Rotat. XXXIII...	//	//	//	9	3	13	12	11	10	8	7	3	4	3	3	1	1	1
» XXXIV...	//	1	2	3	7	8	8	14	10	12	11	4	12	3	1	//	1	1
» XXXV....	//	//	2	7	3	13	15	9	14	15	15	11	8	5	1	2	//	//
Totaux........	//	1	4	19	13	34	35	34	34	35	33	18	24	11	5	3	2	2
Nombre des protubérances au-dessus 64″.																		
Rotat. XXXIII...	//	//	//	1	1	5	3	1	1	//	2	//	//	//	//	//	//	//
» XXXIV...	//	//	//	1	1	//	1	1	//	//	2	//	//	//	//	//	//	//
» XXXV....	//	//	//	1	//	7	3	3	5	//	3	1	//	//	//	//	//	//
Totaux........	//	//	//	3	2	12	7	5	6	//	7	1	//	//	//	//	//	//
Hauteur des protubérances. (Unité 8″).																		
Rotat. XXXIII...	//	//	//	5,5	5,7	6,5	6,3	5,7	5,3	5,5	6,3	5,3	4,8	4,7	3,6	4,0	5,0	4,0
» XXXIV...	//	5,0	5,0	5,0	5,3	4,7	5,0	5,6	5,0	4,8	5,4	4,3	4,9	6,7	4,0	//	4,0	4,0
» XXXV....	//	//	4,5	3,5	4,5	9,1	7,6	7,1	6,0	4,8	5,8	5,6	4,5	4,1	4,0	3,5	//	//
Moyennes.....	//	5,0	4,7	5,3	5,2	6,8	6,3	6,1	5,4	5,0	5,8	5,1	4,7	5,2	3,9	3,7	4,5	4,0
Largeur. (Unité 16″).																		
Rotat. XXXIII...	//	//	//	5,9	7,0	6,9	6,6	6,1	6,9	6,6	7,2	5,5	8,7	5,3	7,2	//	4,0	3,0
» XXXIV...	//	6,0	9,0	7,7	4,5	5,5	7,4	7,8	7,9	6,2	8,9	4,5	6,9	6,7	10,0	//	3,0	5,0
» XXXV....	//	//	6,5	6,3	5,2	9,0	8,0	7,8	6,7	7,5	7,2	6,1	6,6	8,3	3,0	//	//	//
Moyennes.....	//	6,0	7,7	6,6	5,6	7,3	7,7	7,3	7,2	6,8	7,8	5,4	7,7	6,8	6,1	//	3,5	4,0
Aire moyenne. (Unité 8″ × 16″).																		
Rotat. XXXIII...	//	//	15	43	38	50	46	36	38	33	50	27	21	23	26	//	20	28
» XXXIV...	//	20	44	38	35	31	39	45	34	31	44	23	34	45	49	//	12	20
» XXXV....	//	//	31	39	25	79	62	43	41	37	45	39	29	33	19	//	//	//
Totaux........	//	20	30	40	33	53	49	41	37	34	46	30	28	34	28	//	16	24
Étendue des facules en degrés de la circonférence.																		
Rotat. XXXIII...	//	//	3,0	2,0	//	5,0	8,1	7,4	6,2	6,2	5,7	7,7	8,7	6,3	//	//	//	//
» XXXIV...	//	//	2,0	3,0	//	4,0	5,1	7,5	8,1	7,7	7,0	5,6	2,0	//	//	//	//	//
» XXXV....	//	//	//	//	10,0	3,5	6,3	7,4	5,8	5,7	7,8	4,2	3,0	//	//	//	//	//
Moyennes.....	//	//	2,5	2,5	10,0	4,1	6,5	7,4	6,7	6,5	6,8	5,8	4,6	6,3	//	//	//	//

» La forme tourbillonnante de l'éruption paraît prouver que le soulèvement de la matière se fait plutôt par *impulsion que par une aspiration* provenant d'une action de la couche supérieure ; ici, en effet, cette couche paraît plutôt contrarier les mouvements d'ascension, qui se font mécaniquement, tandis qu'elle permet l'ascension des masses à l'état de diffusion.

» Comme l'éruption se produisait à l'ouest du disque, nous n'avons pas pu constater de taches, mais la région correspondante, dans la réapparition qui eut lieu quatorze jours après, était parsemée de taches en dissolution et de facules qui s'étaient formées peut-être à cette occasion et qui s'étaient dissoutes dans l'intervalle.



» 5° Le jour suivant, 23 janvier 1874, nous avons eu l'occasion de faire une observation importante, que je vais rapporter en détail.

» Le 23 janvier, à 9 heures du matin, le P. Ferrari, mon assistant, fit, comme d'ordinaire, le dessin du Soleil à l'équatorial de Cauchoix, à 243 millimètres de diamètre en projection. Au bord oriental, entre 50 à 90 degrés à partir du nord vrai, on n'observa rien de remarquable, et l'on marqua, en d'autres points, des détails très-petits. En faisant le dessin des protubérances au spectroscope, je trouvai une belle masse brillante à 67 degrés, du nord vers l'est; en examinant la projection du chercheur, je n'observai pas trace de taches ni de facules. L'éruption était très-vive; on voyait un bouillonnement comme celui d'une masse de fer en ébullition ; j'en fis le dessin (n° I). On voyait renversées les raies B-C, D', D'', celles du magnésium, un grand nombre de celles du fer, et d'autres raies dans le vert. La base de l'éruption était évidemment cachée et l'on n'apercevait que le sommet. Elle présentait des variations rapides; j'en fis de nouveau le dessin à $12^h 10^m$ (n° II). A $1^h 59^m$, l'effet était tout différent : la masse centrale était formée de jets roides très-vifs,

enchevêtrés au sommet; elle était flanquée de deux autres éruptions latérales, moins vives, en forme de flammes (n° III).

» Alors, en observant la projection du chercheur, il me sembla voir des traces de points noirs; afin de les mieux constater, je me transportai à l'équatorial de Cauchoix, pour en faire le dessin. A $2^h 15^m$, je trouvai, en effet, une tache très-nette, formée de quatre points noirs, alignés en arc et environnés d'une belle facule; leur distance au bord était de 3 millimètres environ. Ils n'auraient certainement pu échapper le matin ni au P. Ferrari ni à moi (n° IV). Je revins alors au spectroscope : les protubérances étaient changées comme l'indique la figure. Le jour suivant, par la rotation, la tache s'avança comme l'indique la figure n° V.

» De ces détails, il résulte évidemment que la tache s'était formée sous nos yeux pendant le temps de notre observation, puisqu'elle n'aurait pu nous échapper le matin. On ne peut pas dire qu'elle soit devenue visible par la rotation de l'astre, qui n'avait tourné, dans l'intervalle, que de 3 degrés à peine et n'avait pu la porter à l'intérieur du bord que d'une fraction de millimètre. Je ne dépasserai donc pas la limite des faits en disant que cette tache a été le produit d'une éruption qui, commencée d'une manière tumultueuse le matin, comme cela arrive fréquemment, a formé, en se développant, les jets dont nous apercevions les sommets, et que la matière de l'éruption, retombant ensuite sur le Soleil et s'interposant entre l'observateur et la photosphère, a produit la tache. Cette observation confirme donc notre théorie et jette une grande lumière sur ces phénomènes.

» Cette même observation explique pourquoi on peut voir les raies renversées de l'hydrogène; des protubérances extérieures se prolongent jusqu'au noyau des taches, ainsi que je l'ai constaté le 21 avril 1869 (1), et plusieurs ensuite dans d'autres circonstances. Dans ces cas, on voit le jet qui, partant d'un point du noyau, se projette sur la photosphère, surpasser en intensité lumineuse la photosphère elle-même. On comprend alors pourquoi, le matin, nous ne voyions pas la base des jets, mais seulement leur sommet bouillonnant : peut-être aurions-nous pu voir la base elle-même, en employant la fente étroite, sous la forme d'une ligne brillante, pénétrant à l'intérieur du disque; mais on ne songea point à opérer de cette manière.

» Enfin l'observation que je viens de rapporter laisse sans doute encore

(1) Voir mon Mémoire sur les spectres solaires dans les *Atti della Soc. italiana*, sér. III, t. II, p. 1.

sans solution la question, aujourd'hui controversée, de *savoir si la matière* des protubérances monte par aspiration ou par impulsion; mais les observations du jour précédent et les tourbillons à axe horizontal, très-fréquents dans les protubérances, prouvent que la couche supérieure, au lieu de favoriser l'ascension par une action d'aspiration, la contrarie au contraire par sa résistance; elle ne paraît pas être, comme on l'a prétendu, le siége de puissants tourbillons qui soulèveraient la chromosphère. Une pareille puissance serait d'ailleurs difficile à concevoir dans un milieu aussi raréfié que celui qui constitue cette couche, laquelle est, en réalité, celle qui forme la couronne dans les éclipses.

» P.-S. — M. Rutherfurd, qui est à Rome en ce moment, ayant eu la complaisance de me donner deux de ses réseaux d'interférence, comprenant 60000 lignes par pouce, je les ai montés en place des prismes, dans mon appareil spectroscopique, à l'équatorial de Merz. L'effet que l'on obtient ainsi est surprenant. On peut obtenir les protubérances, même avec les spectres de premier ordre: on les observe beaucoup mieux encore avec les spectres de second ordre; seulement il faut alors ajouter un verre rouge pour absorber le violet du spectre suivant. Les détails des protubérances sont très-nets, les filaments très-déliés et parfaitement tranchés. Dans les spectres de troisième et de quatrième ordre, la raie C de l'un vient tomber très-près de la raie F de l'autre, et l'on peut obtenir ainsi les protubérances avec deux couleurs différentes, le rouge et le blanc, dans le champ de la lunette. La netteté des images est surprenante.

» Le réseau, dont je viens d'indiquer les effets, est gravé sur une plaque de métal à miroir; on peut donc craindre qu'il ne se détériore en s'oxydant, et il serait imprudent de trop se hâter de bannir les prismes dans ces observations. Lorsqu'on observe avec un réseau gravé sur un verre, on trouve que l'on peut obtenir une force suffisante, même sans métal; mais la deuxième réflexion nuit à la netteté de l'image. Une plaque d'obsidienne serait préférable, et comme elle serait inaltérable, elle pourrait être précieuse dans la pratique.

» Avec ces réseaux, le premier spectre a une dispersion égale à celle de deux prismes de flint ordinaire; le second à celle de quatre prismes, et ainsi de suite; mais l'avantage disparaît bientôt, par le mélange des couleurs spectrales et par l'affaiblissement de la lumière.

» Mes recherches sur ces spectres, au point de vue pratique, ne sont pas terminées, à cause du mauvais temps; mais ce que j'ai pu constater

est déjà très-encourageant. J'ajouterai cependant que, d'après les détails de construction que m'a donnés obligeamment M. Rutherfurd, il sera difficile de trouver des artistes ayant le talent, la délicatesse et la précision de ce savant, qui les a travaillés lui-même. Qu'on me permette de lui témoigner ici ma reconnaissance pour ce magnifique cadeau. »

« M. **Élie de Beaumont** fait part à l'Académie de la douloureuse nouvelle de la mort de M. *Jacques-Adolphe-Lambert* Quetelet, Directeur de l'Observatoire de Bruxelles, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, etc., etc.

» L'annonce de la mort de l'illustre savant a été adressée officiellement, ainsi que cela devait être, à l'Académie des Sciences morales et politiques, dont il était devenu Associé étranger, après en avoir été Correspondant depuis longues années, comme étant l'un des statisticiens les plus éminents de l'Europe. Pour cette raison, M. Quetelet ne tenait à l'Académie des Sciences par aucun lien officiel direct, mais il y tenait en quelque sorte virtuellement par l'importance de ses travaux dans plusieurs des sciences que l'Académie cultive. Il se plaisait à assister à ses séances, chaque fois qu'il venait à Paris, et, par l'étendue de ses connaissances aussi bien que par l'aménité de ses manières et l'élévation de son caractère, il avait su conquérir un rang des plus éminents dans l'estime et l'affection de tous ses Membres. Une perte aussi sensible pour tous ceux qui ont connu M. Quetelet ne pouvait passer inaperçue, dans une assemblée aux travaux de laquelle il avait si souvent associé les siens, dans l'Astronomie, la Météorologie, la Statistique, les Mathématiques, etc.

» M. Quetelet, quoique né à Gand, écrivait en français : on remarquait la tournure française de ses publications et celle des travaux astronomiques qu'il poursuivait à l'Observatoire de Bruxelles, qu'il avait fondé et qu'il dirigea pendant près d'un demi-siècle. Cet établissement est du petit nombre de ceux où, comme dans le jardin de l'Observatoire de Paris, on a observé journellement des thermomètres dont la boule plongeait à diverses profondeurs au-dessous de la surface pour constater les variations périodiques de la température dans l'intérieur du sol, objet sur lequel M. Quetelet a publié d'importants Mémoires. »

M. **Chasles** s'associe aux regrets exprimés par M. le Secrétaire perpétuel, et si bien mérités par l'excellent et illustre Confrère qui en est le sujet.

« Aucun savant, dit-il, n'a consacré plus complétement que M. Quetelet sa vie entière à la culture personnelle et constante des différentes parties des Sciences physiques et mathématiques, comme à la propagation de leurs progrès, de quelque part qu'ils vinssent; aussi son nom est-il en estime et honneur dans toutes les Académies et autres Sociétés savantes. Les relations d'intimité affectueuse que j'entretenais depuis un demi-siècle avec M. Quetelet, dont j'ai été parfois l'interprète auprès de l'Académie, seront dans ce moment, j'ose l'espérer, l'excuse de l'expression de mes vifs regrets, après les paroles auxquelles l'Académie vient de s'associer. »

« M. Ch. Sainte-Claire Deville demande la permission d'ajouter, aux paroles qui viennent d'être prononcées par ses savants confrères, que la Météorologie est une des sciences qui ont le plus longtemps et le plus vivement occupé l'esprit, si net et si varié, de M. Quetelet. Pendant plus de quarante ans, il a dirigé l'Observatoire météorologique, annexé par lui à l'Observatoire astronomique de Bruxelles. Il a publié, avec tous leurs détails (aidé, dans ces derniers temps, par un fils digne de lui, M. Ernest Quetelet), les observations recueillies par lui depuis 1832 : il en a calculé les moyennes et déduit les conséquences les plus intéressantes. Enfin il a étudié, avec un soin particulier, le retour des phénomènes périodiques (végétation, passage des oiseaux, etc.), et l'on peut dire qu'il a laissé le vrai modèle à suivre dans ce genre de travaux. »

M. Dumas exprime à son tour les profonds regrets que la perte qui vient de frapper l'Académie royale de Belgique, dans la personne de son Secrétaire perpétuel, fait éprouver aux amis de M. Quetelet et à tous ceux qui, parmi nous, ont eu le bonheur de jouir de sa noble hospitalité. L'éminent Directeur de l'Observatoire de Bruxelles s'honorait de ses longues et affectueuses relations avec nos anciens confrères, et le souvenir qu'il en avait conservé se traduisait, non-seulement par les vives sympathies qu'il témoignait pour notre Académie et par l'attention qu'il apportait à enrichir notre Bibliothèque de toutes les publications confiées à ses soins, mais aussi par le cordial accueil que ses Membres étaient toujours sûrs de rencontrer auprès de lui.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur la réduction des formes bilinéaires.* Note de M. C. JORDAN.

(Commissaires : MM. Hermite, Serret).

« M. Weierstrass a publié, dans les *Monatsberichte* de 1868, un Mémoire important sur la réduction simultanée de deux formes bilinéaires P et Q. Il y résout complétement cette question, sauf dans le cas, signalé et exclu par lui dès le début de son analyse, où le déterminant (P, Q) de la forme $pP + qQ$ est identiquement nul, quelles que soient les constantes arbitraires p et q.

» Le désir de combler cette lacune, et en même temps de fournir un procédé de réduction plus simple que la méthode synthétique adoptée dans le Mémoire cité, nous a déterminé à faire imprimer, dans le *Journal de M. Liouville*, un travail sur le même sujet, datant du mois d'août 1873. Le résultat en a été consigné d'avance dans une Note insérée au *Compte rendu* du 22 décembre 1873.

» Aussitôt après la publication de cette Note, M. Kronecker s'est empressé de faire connaître qu'il possède, depuis quelques mois, un procédé de ce genre, et l'a exposé dans le *Monatsberichte* de janvier 1874. Cette méthode et la nôtre reposent sur des principes analogues; mais celle de M. Kronecker a plus de généralité. Il résout, en effet, le problème de réduction pour les formes quadratiques, mais en ayant soin de conduire les opérations de telle sorte que les résultats trouvés restent applicables aux formes bilinéaires. Partant au contraire de ces dernières formes, dont nous nous occupions exclusivement, nous avons choisi le mode d'exposition le plus simple, sans lui donner le caractère de symétrie nécessaire pour embrasser le cas des formes quadratiques (*).

(*) Il est d'ailleurs indifférent, pourvu qu'on opère convenablement, de prendre pour point de départ les formes quadratiques ou les formes bilinéaires. On peut, en effet, présenter la réduction de ces dernières formes de telle façon, que la substitution qui sert à l'opérer soit symétrique, par rapport aux deux systèmes de variables, si les formes considérées P et Q sont toutes deux symétriques (ou toutes deux gauches).

Nous ferons observer en outre qu'on gagne beaucoup en simplicité et en élégance en opérant symétriquement sur les formes à réduire. Tout le raisonnement tient alors en quelques lignes. On obtient immédiatement les faisceaux élémentaires, tandis que M. Kronecker a besoin,

» L'illustre géomètre de Berlin a bien voulu consacrer la fin de son Mémoire à une critique détaillée de notre travail. Il fait observer tout d'abord que le problème de la réduction d'une expression à sa forme canonique est indéterminé de sa nature; que c'est là une notion sans consistance objective; que la simplicité d'une réduite ne doit pas se mesurer à sa brièveté, mais à des caractères plus intimes; qu'enfin ces réduites doivent être le moyen et non le but de la recherche.

» Tous ces principes sont assurément incontestables; mais, pour les appliquer au cas actuel, cette propriété de nos réduites, d'être formées d'une somme de fonctions distinctes, dont chacune ne contient qu'une partie des variables, leur imprimait, ce nous semble, un caractère assez net pour satisfaire les plus difficiles. M. Kronecker aurait poutant désiré nous voir justifier *a posteriori* l'opportunité de cette réduction, en traitant par ce moyen le problème de l'équivalence des systèmes de deux formes; mais nous ne l'aurions fait que si nous avions voulu écrire un traité complet sur ce sujet; car cette question avait été résolue pour le cas où $[P, Q] = o$, tant par M. Weierstrass dans le Mémoire cité, que par nous-même (*Traité des Substitutions*), et le cas où $[P, Q] = o$ ne nous semblait offrir aucune difficulté nouvelle. Au fond, notre éminent critique ne semble pas éloigné de cette opinion; car, tout en signalant dans son Mémoire cette lacune de notre Note, il n'a pas jugé utile d'entrer dans aucun développement pour y suppléer. S'il avait porté son attention sur cette question, il aurait vu tout de suite que, s'il y a parfois indétermination (*) dans la substitution à employer pour réduire un système de deux formes, il n'y en a aucune dans les expressions des réduites. Il aurait alors remplacé la règle A qu'il donne à la page 5 de son Mémoire de 1874, et dont il vient de reconnaître l'insuffisance, par l'énoncé suivant : *Pour que deux systèmes de deux formes soient équivalents, il faut et il suffit que leurs réduites soient identiques.*

» L'illustre géomètre se propose ensuite d'établir que nos réduites

---

dans certains cas, d'une réduction ultérieure. Enfin on reconnaît, chemin faisant, de la manière la plus simple, que la forme des réduites est complétement déterminée, et l'on trouve ces substitutions qui transforment les réduites en elle-même.

(*) Cette indétermination ne se présente que lorsque plusieurs des réduites partielles sont semblables. Ainsi les deux formes réduites $xy + x'y'$, $yx_1 + y'x'_1$ restent réduites si l'on opère à la fois une substitution linéaire quelconque sur y, y' et la substitution inverse sur x, x' et sur x_1, x'_1. Pour les formes quadratiques $x_1x_2 + x_3^2 + x'_1x'_2 + x'^2_3$ et $x_2x_3 + x'_2x'_3$, on pourra opérer une substitution orthogonale quelconque sur les trois systèmes de variables $x_1x'_1$, $x_2x'_2$, $x_3x'_3$; et de même en général.

n'ont rien de nouveau. En effet, pour le cas où $(P, Q) \gtrless 0$, nous sommes retombé sur les résultats de M. Weierstrass, comme cela devait être. Reste le cas où $(P, Q) = 0$; mais M. Kronecker l'aurait traité dès 1868, dans ses additions au Mémoire de M. Weierstrass.

» Le lecteur nous saura gré de reproduire ici le résultat publié à cette époque par M. Kronecker :

» *Si deux formes quadratiques* P *et* Q, *à* n *variables, satisfont à la condition* $(P, Q) = 0$, *on pourra les réduire toutes deux, par un changement de variables, à la forme*

$$(1) \qquad f_1 x_{m+1} + f_2 x_{m+2} + \ldots + f_m x_{2m} + \mathfrak{F},$$

$\mathfrak{F}$ *étant une forme quadratique des* $n - 2m - 1$ *dernières variables, et* $f_1, \ldots, f_m$ *étant des fonctions linéaires quelconques de toutes les variables.*

» Ainsi que l'illustre auteur l'a fait remarquer dernièrement, un lecteur attentif pourra se convaincre, en examinant de près sa démonstration, qu'elle est applicable aux formes bilinéaires.

» Nous sommes arrivé, de notre côté, à la proposition suivante :

» *Si deux formes bilinéaires* P *et* Q *satisfont à la condition* $(P, Q) = 0$, *on pourra les réduire à la forme*

$$(2) \quad P = x_1 y_1 + \ldots + x_{m-1} y_{m-1} + P', \quad Q = x_2 y_1 + \ldots + x_m y_{m-1} + Q',$$

P' *et* Q' *ne contenant plus que les variables* $x_{m+1}, y_{m+1}, \ldots, x_n, y_n$, et pouvant être traitées par le même procédé que P et Q, si $(P', Q') = 0$, ou si $(P', Q') \gtrless 0$, par un procédé analogue, qui revient comme résultat à celui de M. Weierstrass.

» La différence de ces deux énoncés frappe au premier coup d'œil. Les expressions (1) ne satisfont pas aux conditions qu'il est d'usage d'exiger d'une réduite. Elles contiennent encore des coefficients indéterminés, qu'une réduction ultérieure doit faire disparaître. Elles ne peuvent servir à constater l'équivalence de deux systèmes de deux formes P et Q, P_1 et Q_1; car on peut trouver pour P et Q, d'une infinité de manières, une infinité d'expressions différentes de l'espèce (1), et de même pour P_1 et Q_1. Enfin les expressions (1) ne mettent pas en évidence le caractère fondamental des vraies réduites, d'être décomposables en fonctions partielles ne contenant chacune qu'une portion des variables.

» Notre éminent critique répond qu'il est facile de passer des expressions (1) aux réduites (2); car il suffit de leur appliquer les nouveaux procédés de réduction qu'il développe dans son Mémoire de 1874. Mais

ces procédés, analogues au nôtre, s'appliquent tout aussi aisément à des formes quelconques qu'à celles de l'espèce (1). Cette première préparation est donc absolument inutile, et M. Kronecker s'en est dispensé, aussi bien que nous, dans son Mémoire de 1874. On aura d'ailleurs, ce nous semble, quelque peine à admettre que l'illustre analyste puisse trouver dans cette publication, postérieure à notre Note de 1873, un motif suffisant pour nous contester l'invention de nos résultats.

» Nous avons traité accessoirement, dans notre travail, deux autres problèmes plus simples, qu'on peut considérer comme des cas particuliers du précédent. M. Kronecker nous reproche à la fois et d'avoir omis cette remarque, et de l'avoir utilisée pour la solution du second problème, sans indiquer que des méthodes fondées sur le même principe avaient été données par lui d'abord, puis par M. Christoffel.

» Nous avions fait très-expressément la part de M. Kronecker, en écrivant dans notre Note qu'il a résolu la question en général, pour un nombre pair de variables (*Monatsbericht*, octobre 1866), mais en laissant de côté certains cas exceptionnels dont l'examen était précisément le but de notre travail. M. Christoffel, dont nous ne connaissions pas le Mémoire, a traité le premier les fonctions d'un nombre impair de variables; mais le plan de son travail ne comportait pas l'examen des cas particuliers. Cet habile géomètre ne nous a d'ailleurs adressé aucune réclamation. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des gaz.* Note de M. **Mascart**, présentée par M. Bertrand.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

« Newton a démontré, par des raisonnements fondés sur l'hypothèse de l'émission, que la *puissance réfractive* d'un corps, ou l'excès $n^2 - 1$ du carré de l'indice de réfraction sur l'unité, doit être proportionnelle à la densité de ce corps, c'est-à-dire à la masse de l'unité du volume. La loi des puissances réfractives s'est trouvée en défaut dans presque toutes les applications que l'on a essayé d'en faire aux solides et aux liquides; mais on admet généralement qu'elle est vraie pour les gaz. Comme la doctrine des ondulations ne permet pas, jusqu'à présent, de rattacher cette loi à des considérations théoriques, il y a intérêt à voir jusqu'à quel point elle est conforme à l'expérience. La réfraction des gaz étant très-faible, au moins dans les conditions où l'on peut opérer, la puissance réfractive $n^2 - 1$ est sensiblement double de la différence $n - 1$, que j'appellerai, pour abréger,

l'excès de réfraction. Si l'on admet en outre les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, on peut donc représenter les variations de réfraction d'un gaz avec la température et la pression par la formule

$$\frac{(n-1)(1+\alpha t)}{H} = \frac{n_0 - 1}{760},$$

dans laquelle n est l'indice de réfraction à la température t et à la pression H, α le coefficient de dilatation des gaz et n_0 l'indice de réfraction à la température de zéro et sous la pression normale.

» Depuis les mémorables travaux de M. Regnault, il est facile de prévoir que cette relation n'est qu'approchée ; j'ai fait à ce sujet un grand nombre d'expériences, et je demande à l'Académie la permission d'en indiquer les principaux résultats.

» J'ai employé d'abord la réfraction dans un prisme, suivant la méthode de Biot et Arago ; mais, malgré quelques perfectionnements apportés à cette manière d'observer, je n'ai pas tardé à reconnaître que le phénomène des interférences comporte une précision plus grande. L'appareil dont je me suis servi, et que le défaut d'espace ne me permet pas de décrire complétement, se compose d'un spectroscope dont le collimateur est très-éloigné des prismes réfringents. Les rayons parallèles qui sortent du collimateur sont coupés, à l'aide d'une de ces bilames qu'a imaginées M. Fizeau, en deux faisceaux égaux qui restent parallèles entre eux, mais sont séparés par un intervalle de plusieurs millimètres. Ces deux faisceaux traversent séparément deux tubes à gaz fermés par des lames de verre, puis sont ramenés au contact par une bilame disposée en sens inverse de la première, et sont enfin réfractés par les prismes.

» Si l'on établit une différence de marche entre ces deux faisceaux, soit par une différence de pression dans les tubes à gaz, soit par une rotation des bilames, et si, *de plus*, le retard maximum a lieu sur celui des deux faisceaux qui traverse les prismes le plus près des arêtes réfringentes, on observe dans le spectre des cannelures alternativement sombres et brillantes qui sont connues sous le nom de *bandes de Talbot*. Comme les bandes ne se produisent pas si le retard maximum a lieu sur l'autre moitié du faisceau primitif, il y a dans ce phénomène une sorte de dissymétrie qui paraît d'abord singulière, mais dont l'explication a été donnée par M. Airy d'une manière complète.

» En tout cas, l'ordre de la frange F, que l'on observe en un point du spectre dont la longueur d'onde est λ, est lié à la différence de marche Δ

par la relation

$$\Delta = F\lambda.$$

Il suffit maintenant de changer la pression du gaz dans l'un des deux tubes pour altérer la différence de marche, et, si le changement n'est pas trop brusque, on voit les franges marcher vers le rouge ou vers le violet, suivant que la différence de marche augmente ou diminue. En appelant H_1 et H_2 la pression du gaz au commencement et à la fin de l'expérience, L la longueur du tube et f le nombre des franges qui ont passé au point considéré, on doit avoir, d'après la relation approximative établie plus haut,

$$\frac{f}{H_2 - H_1} = \frac{L}{\lambda} \frac{n_0 - 1}{1 + \alpha t}.$$

Si la température ne change pas, le rapport du déplacement des franges à la variation de pression serait donc indépendant de la pression initiale. On constate aisément que cette condition n'est pas remplie, et l'on peut, dans la plupart des cas, rendre compte des expériences en ajoutant dans le second membre de cette équation un terme proportionnel à la pression moyenne; on peut donc écrire

$$\frac{f}{H_2 - H_1} = A\left(1 + B\frac{H_1 + H_2}{2}\right).$$

Il résulte de là que l'indice de réfraction d'un gaz, à température constante, est lié à la pression par la formule

$$n - 1 = a\left(1 + \frac{B}{2} H\right).$$

D'autre part, on peut satisfaire, d'une manière assez exacte, aux expériences de M. Regnault sur la compressibilité des gaz jusqu'à 8 atmosphères, c'est-à-dire dans les conditions où les miennes ont été effectuées, en représentant le rapport de la densité à la pression par deux termes dont l'un est constant et l'autre proportionnel à la pression

$$\frac{d}{H} = A'(1 + B'H),$$

de sorte que, si l'excès de réfraction $n - 1$ est proportionnel à la densité du gaz, les deux coefficients $\frac{B}{2}$ et B' doivent être égaux.

» J'ai réuni, dans le tableau qui suit, les valeurs de B' calculées soit par les formules de M. Regnault, soit par ses expériences directes, et les valeurs de $\frac{B}{2}$ déduites de mes mesures sur la réfraction. On peut remarquer d'abord

que la réfraction et la compressibilité varient de la même manière, dans un certain sens pour l'hydrogène seul, et en sens contraire pour tous les autres gaz. Les coefficients sont, en général, de même ordre de grandeur sans être absolument égaux; ce sont d'ailleurs des quantités difficiles à déterminer : les formules employées ne peuvent pas non plus représenter exactement les phénomènes, et enfin les expériences n'ont pu être effectuées à la même température, ce qui ne permet pas une comparaison rigoureuse. Deux gaz seulement, l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote, donnent lieu à un désaccord manifeste; la compressibilité de ces deux gaz me paraît un peu trop grande. Il résulte de là qu'à température constante l'excès de réfraction $n-1$ d'un gaz est à peu près proportionnel à la densité.

» Il n'en est plus de même quand on fait varier la température. L'expérience indique que, pour une série de mesures faites entre les mêmes limites de pression, l'expression

$$\frac{f}{H_2-H_1}(1+\alpha t),$$

au lieu d'être constante, décroît d'une manière continue à mesure que la température s'élève, et, pour obtenir un résultat constant, il est nécessaire de remplacer le facteur α par un nombre β notablement plus grand que l'un ou l'autre des deux coefficients de dilatation du gaz considéré. Le tableau ci-contre montre les valeurs que j'ai obtenues pour les principaux gaz avec des variations de température qui ne dépassaient pas 40 degrés. On voit donc que la puissance réfractive diminue, en général, plus rapidement que la densité; pour l'oxyde de carbone et le bioxyde d'azote seulement la différence n'a pas été appréciable.

» Pour connaître maintenant l'indice de réfraction en valeur absolue, il suffit de mesurer la longueur du tube et de connaître la valeur de λ. J'observais la raie jaune de la soude, et j'ai pris, pour longueur d'onde, le nombre $0^{mm},0005888$, qui résulte des expériences de Fraunhofer; il faudrait, en toute rigueur, prendre la longueur d'onde dans le vide, ce qui ferait diminuer de $\frac{1}{3000}$ environ tous les nombres du tableau. La dernière colonne donne les valeurs de $1000(n_0-1)$, correspondant à la température de zéro et à la pression de 760 millimètres. On remarquera que le nombre relatif à l'air est un peu plus faible que celui qui est adopté en général, d'après les expériences de Biot et Arago; les autres ne diffèrent pas beaucoup de ceux qu'ont donnés Dulong et M. Jamin.

Gaz.	Compressibilité.		Réfraction.		Influence de la température.	
	t	B'	t	$\frac{B}{2}$	β	$1000(n_0-1)$
Hydrogène........	10°	−0,00057	22°	−0,00087	0,00381	0,1388
Air.............	5	+0,00107	22	+0,00072	0,00383	0,2923
Azote...........	5	0,00068	21	0,00085	0,00382	0,2972
Protoxyde d'azote.	9,3	0,00754	13,5	0,0088	0,00388	0,5084
Bioxyde d'azote...	»	0,00225	12	0,00070	0,00367	0,2967
Oxyde de carbone.	»	0,00435	»	0,00089	0,00367	0,3336
Acide carbonique..	3	0,00901	17	0,0072	0,00406	0,4494
Acide sulfureux...	7,7	0,0322	13	0,025	0,00471	0,6820
Cyanogène.......	»	0,0322	25	0,027		0,8202

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles (classe des Personnées)*; par M. AD. CHATIN.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« La grande classe des Personnées comprend huit familles : les Scrofularinées comme centre, le Orobanchées, Gesnériacées, Cyrtandrées, Utriculariées, Bignoniacées, Pédalinées, Acanthacées, dont les trois premières seulement ont les graines pourvues d'albumen.

» I. Vaste groupe assez peu homogène, les Scrofularinées ne pouvaient être connues dans leur androgénie que par l'étude de types pris dans les principales de leurs divisions. J'ai fait, en conséquence, porter mes observations sur les genres suivants : *Verbascum, Celsia, Alonsoa, Salpiglossis, Antirrhinum, Linaria, Chelone, Pentstemon, Collinsia, Scrofularia, Capraria, Paulownia, Manulea, Capraria, Digitalis, Gratiola, Veronica, Melampyrum, Rhinanthus.* J'ai, en outre, complété, dans la mesure du possible, mes études par l'examen des boutons d'un certain nombre de plantes d'herbier. De l'ensemble des observations se dégage un mode d'évolution de l'androcée que l'on peut regarder, eu égard à sa fréquence, comme le mode type de la famille ; à côté de lui se placent des formes de développement spéciales à un certain nombre de genres.

» Le plus ordinairement (*Verbascum, Celsia, Antirrhinum, Linaria, Scrofularia, Manulea, Capraria*) les mamelons staminaux apparaissent à la fois et au nombre de cinq, suivant de près la naissance des pétales. Très-rarement (*Verbascum*) les cinq étamines restent fertiles, la postérieure et, quoique à un moindre degré, les latérales prenant toutefois alors un développement moindre que celui des étamines antérieures ; la règle est que, par l'atrophie de l'étamine postérieure et un certain arrêt d'évo-

lution des étamines latérales, on a l'androcée didyname bien connu, ou même un androcée réduit aux deux étamines antérieures. C'est ainsi que le système staminal des Scrofularinées, semblable au premier âge à celui des Solaninées, des Aspérifoliées ou des Convolvulinées, ne revêt les caractères de l'anisostémonie que consécutivement à sa naissance.

» Le *Paulownia* (et l'*Alonsoa?*) produit aussi ses étamines en une fois, mais celles-ci sont réduites à quatre par l'avortement congénital de la postérieure. C'est aussi quatre étamines seulement qui apparaissent dans le *Rhinanthus* et le *Melampyrum;* mais je ne saurais affirmer si ici la production des quatre étamines est simultanée, les mamelons antérieurs m'ayant paru, dès le très-jeune âge, un peu plus gros que les latéraux, sans que j'aie pu saisir l'intervalle qui peut-être les a séparés à la naissance.

» Le *Gratiola,* dont il faut sans doute rapprocher les *Bonnaya, Dopatrium, Micranthemum, Microcarpea* et *Peplidium,* forme son androcée d'après un mode tout spécial. Cet androcée apparaît en trois fois, mais en commençant par les étamines latérales (qui seules auront des anthères), se continuant par les étamines antérieures, lesquelles se développeront en longs et grêles staminodes, pour se terminer par l'étamine postérieure, qui ne laissera déjà plus de trace dans un bouton long à peine de 1 millimètre.

» Le *Veronica,* d'un type floral propre (quaternaire et non quinaire), développe, comme l'a vu Payer, ses quatre pétales en trois fois dans l'ordre antéro-postérieur, puis ses deux étamines (jamais plus) sur les côtés du pétale dernier-né.

» Le *Campylanthus,* le *Pæderota* et le *Wulfenia* n'ont, comme le *Veronica,* que deux étamines situées devant les sépales latéraux, là même où se produisent les deux premières étamines du *Gratiola.* Ces genres représentent donc l'androcée du *Gratiola* arrêté à sa première phase, en même temps qu'ils établissent un contact entre l'évolution anomale de cet androcée et celui du *Veronica,* duquel ils ne différeraient pas si, à la place du pétale postérieur du *Veronica,* il y avait deux pétales et, entre ceux-ci, un sépale.

» Au résumé, le mode général de l'androgénie des Scrofularinées relie ces plantes, par sa première phase, aux Solaninées, tandis que les modes qu'on peut dire accessoires les font toucher, comme cela va être dit, à la plupart des familles de la classe des Personnées.

» II. L'androgénie des Orobanchées a pour type celle du *Lathræa clandestina,* plante dont l'étude anatomique et organogénique a fait l'objet d'un important Mémoire de M. Duchartre. Comme l'a vu M. Duchartre, les étamines du *Lathræa* se montrent au nombre de quatre, les antérieures

gagnant très-vite en développement sur les autres, qui formeront la petite paire de l'androcée didyname.

» Suivant la remarque de M. Duchartre, l'avortement de l'étamine postérieure tient à une cause plus profonde que la simple non-production du mamelon staminal à la surface du réceptacle; car « dans la division des » faisceaux vasculaires du pédoncule et dans leur distribution aux divers » verticilles floraux, il n'existe aucun rameau se dirigeant vers le point » que devrait occuper la cinquième étamine ».

» D'après ce qui précède et l'absence, complète aussi, de la cinquième étamine dans le jeune bouton des *Orobanches* et *Phelipæa* (je n'ai pas observé le premier âge), on peut admettre que les Orobanchées, comme le *Rhinanthus* parmi les Scrofularinées, ne produisent que quatre mamelons staminaux, lesquels paraîtraient à peu près simultanément.

» III. Les Gesnériacées (*Achimenes*, *Gloxinia*, *Gesneria*, *Episcia*, *Alloplectus*) produisent en une seule fois, comme la plupart des Scrofularinées, cinq mamelons staminaux, dont le postérieur ne tarde pas à disparaître presque complétement, en même temps que des quatre autres les deux latéraux, partiellement arrêtés dans leur accroissement, constituent les courtes étamines de l'androcée didyname. A son premier âge, l'androcée des Gesnériacées ne saurait donc aussi être distingué de celui des Solaninées ou des Convolvulinées : ce n'est que plus tard qu'il revêt son caractère anisostémone.

» Une exception est faite (?) par le *Sarmienta*, dont les étamines fertiles, réduites à deux, sont non les antérieures, mais, comme dans le *Gratiola*, les latérales.

» IV. Les Cyrtandracées, que plusieurs botanistes réunissent encore, malgré leurs graines albuminifères, aux Gesnériacées, trouvent dans l'androgénie un nouveau caractère d'autonomie. Leurs fleurs, à androcée rarement didyname (*Æschinanthus*), n'ont ordinairement que deux étamines fertiles, les latérales étant passées à l'état de staminodes et la postérieure manquant le plus souvent.

» La formation de cet androcée n'a d'ailleurs pas lieu en une fois, comme chez les Gesnériacées, mais bien en trois phases et d'avant en arrière, ainsi que je l'ai signalé pour le *Digitalis*. Les trois phases se suivent de près, mais sont cependant distinctes (*Chirita*, *Didymocarpus*, *Streptocarpus*). L'étamine postérieure s'atrophie parfois si promptement que des boutons de *Streptocarpus*, longs à peine de 1 millimètre, n'en offrent plus de vestige.

» Les Cyrtandracées, déjà séparées des Gesnériacées par leurs graines et leurs fleurs diandres, en diffèrent donc aussi par l'androgénie.

» V. Comme la plupart des Cyrtandracées, les Utriculariées n'ont que deux étamines fertiles. Ces deux étamines sont accompagnées, dans le *Pinguicula*, de deux staminodes latéraux, blancs, filiformes, coudés en dehors, dernier caractère qui a fait croire que les étamines fertiles ne seraient pas les antérieures.

» L'organogénie montre que l'étamine postérieure est frappée d'avortement congénital, comme dans le *Lathræa* ou le *Paulownia*, et que les quatre autres apparaissent en deux fois, comme dans les Labiées : ce qui rappelle l'androgénie des *Digitalis* et des Cyrtandrées arrêtée à ses deux premières phases, les étamines latérales s'atrophiant comme dans celles-ci.

» VI. Les Bignoniacées, objet des savantes études de M. Bureau, sont ordinairement didynames, avec un rudiment de l'étamine postérieure.

» Le cas ordinaire est que, comme dans les Gesnériacées et beaucoup de Scrofulacées, les cinq mamelons staminaux naissent ensemble (*Bignonia, Catalpa, Calosanthes, Tecoma*) et restent parfois assez longtemps égaux (*Bignonia capreolata*) ; puis l'accroissement de l'étamine postérieure s'arrête, en même temps que les deux antérieures, dépassant les latérales, forment la longue paire de l'androcée didyname.

» J'ai vu des fleurs de *Bignonia capreolata* à cinq étamines fertiles subégales, ce qui est l'état normal du *Calosanthes*, dont l'androcée presque régulier fait penser à celui des *Verbascum* parmi les Scrofulacées.

» VII. Les Pédalinées, qui rappellent, par leur didynamie et un staminode, les Bignoniacées, produisent comme celles-ci, en une fois, leurs cinq mamelons staminaux, lesquels, par suite d'inégalités de développement s'accentuant d'avant en arrière, donnent l'état que présente la fleur.

» L'arrêt de développement portant sur les étamines latérales est assez prononcé pour réduire parfois celles-ci à l'état stérile (*Martyniæ species*), comme dans la plupart des Cyrtandrées.

» VIII. La belle famille des Acanthacées a quatre étamines fertiles ou deux seulement; j'ai vu des fleurs de *Ruellia* à cinq étamines fertiles et égales. La formation de l'androcée y a lieu suivant des modes divers.

» Le *Ruellia* produit en une seule fois (?) cinq mamelons staminaux, bientôt réduits à quatre par l'avortement du postérieur, en même temps que les latéraux, retardés, constituent les petites étamines ou des staminodes.

» Le *Schaueria* ne donne que quatre mamelons subsimultanés.

» Dans l'*Acanthus* et le *Gandarussa* apparaissent en trois fois et en deux

fois, et d'avant en arrière, cinq mamelons pour le premier, quatre mamelons pour le second.

» Enfin les *Justicia* et *Peristrophe*, arrêtés à la première phase de la formation de l'androcée du *Gandarussa*, ne produisent que les deux mamelons antérieurs.

» C'est ainsi que l'androgénie rattache les Acanthacées : par le *Ruellia* au type le plus général des Scrofulacées, aux Gesnériacées et aux Bignoniacées; par le *Schaueria* au *Paulownia*, aux Rhinanthées et aux Orobanchées; par l'*Acanthus* et le *Gandarussa* aux Cyrtandracées et aux Utriculariées; par le *Justicia* au *Veronica* et au *Pæderota diandres*. Par les divers modes de leur androgénie, les Acanthacées relient donc entre elles les diverses familles des Personnées. »

BOTANIQUE. — *Espèces nouvelles du genre* Dipterocarpus. Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. Decaisne.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Le travail dont j'ai l'honneur de présenter une première partie à l'Académie a été entrepris avec l'autorisation de M. Brongniart et sous la direction de M. Decaisne, d'après les immenses collections faites à Bornéo par M. Beccari. Il a pour objet un groupe de plantes fort intéressant, les *Diptérocarpées*, dont le nombre des espèces a été doublé en quelques années dans l'herbier général du Muséum. J'ai ajouté, à la description systématique des espèces, l'étude anatomique des tiges, qui contribuera, je l'espère, à jeter quelque lumière sur les affinités des Diptérocarpées; mais ce travail, actuellement en préparation au laboratoire du Muséum, prendra place dans un Recueil spécial.

» Voici les diagnoses de quelques nouvelles espèces du genre *Dipterocarpus :*

» 1. *D. fagineus.* — Ramosus, ramis ramulisque gracilibus cortice fusco vestitis, novellis velutinis; foliis ellipticis vel lanceolatis, acutis vel acuminatis, basi cuneatis, obscure sinuatis utrinque glabris, subtus costa petioloque pubescentibus; gemmis conicis parvis villosis; racemis axillaribus 3-floris; calycis fructiferi tubo piriformi 5-costato, laciniis auctis lanceolato oblongis obtusis trinerviis.

» Folia 6-9^{cm} longa, 3-4 lata; petiola 2^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 1,5-2^{cm} longus, 1,5 latus, laciniæ auctæ 6-8^{cm} longæ, 1,5-2^{cm} latæ. — Borneo (Beccari, n° 3008).

» 2. *D. stenopterus.* — Ramis gracilibus, novellis pubescenti-hirsutis, gemmis oblongis velutinis; foliis elliptico-lanceolatis acuminatis basi cuneatis vel rotundatis, supra lævibus subtus fuscescentibus glabris, petiolis breviusculis villosis; racemis axillaribus 8-10-floris

hirtis; calycis fructiferi tubo pruinoso fusiformi 5-costato, costis prominulis acutissima basi evanescentibus, laciniis auctis lineari-spathulatis vel lineari-oblongis trinerviis nervis basilaribus vix ad alam mediam evanidis.

» Folia ad 20^{cm} longa, $7-8^{cm}$ lata; petiola $2-3^{cm}$ longa; calycis fructiferi tubus 2^{cm} longus, 8^{mm} latus, laciniæ auctæ 9^{cm} longæ. — Borneo (O. Beccari, n° 3762).

» 3. *D. nudus.* — Ramis gracilibus glaberrimis; foliis ellipticis vel abovato-ellipticis acutis basi attenuatis vel cuneato-rotundatis utrinque glaberrimis; petiolis lævibus ad limbum tumidis; racemis axillaribus et terminalibus ad 5-floris; calycis fructiferi tubo cylindrico 5-costato glaberrimo, costis plus minusve prominulis acutisque, laciniis auctis oblongis obtusis trinerviis.

» Folia $12-14^{cm}$ longa, $5-7^{cm}$ lata; petiola $3,5-4^{cm}$ lata; calycis fructiferi tubus $2,5-3^{cm}$ longus, $1-1,5^{cm}$ latus, laciniæ auctæ $9-10^{cm}$ longæ, $1^{mc},5$ latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2905).

» 4. *D. acutangulus.* — Ramis glaberrimis gemmis conicis tantum hirsutis, foliis ovatis vel rotundatis obscure sinuato-crenatis plicatis, subtus nervulis tenuissimis transversis, petiolis glaberrimis; racemis axillaribus 3-4-floris; calycis fructiferi tubo 5-gono glaberrimo costis acutis; laciniis auctis lineari-oblongis trinerviis.

» Folia ad 10^{cm} longa, $6-7^{cm}$ lata, petiola 3^{cm} longa; calycis fructiferi tubus 2^{cm} longus et latus, laciniæ auctæ $12-15^{cm}$ longæ, 3^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 2913).

» 5. *D. geniculatus.* — Ramis cortice cinereo lenticellisque oblongis verrucosis; foliis ellipticis vel abovatis obtusis, basi rotundatis vel subcordatis, supra glaberrimis, subtus ad costam tantum puberulis; petiolis glabris transverse fissis ad limbum geniculatis tumidis; gemmis cinereo-velutinis; racemis axillaribus 3-floris tomentoso-velutinis; calycis fructiferi tubo medio 5-costato costis lævibus vix prominulis; laciniis auctis oblongis basi trinerviis nervis secundariis ad alam mediam evanescentibus.

» Folia $11-13^{cm}$ longa, $5-7^{cm}$ lata, petiola $4-5^{cm}$ longa; calycis fructiferi tubus $1,5-2^{cm}$ longus; $1,5-2^{cm}$ latus; laciniæ auctæ $10-12^{cm}$ longæ, 2^{cm} latæ. — Borneo (O. Beccari, n° 3034).

» 6. *D. Lemeslei.* — Ramulis annotinis petiolis pedunculisque velutinis; foliis ovatis acutiusculis basi rotundatis sinuatis vel undulatis supra ad costam inferne pubescentibus, subtus nervo medio venisque primariis pilis stellatis pubescentibus, racemis axillaribus 5-7-floris; calycis fructiferi tubo ovato alato, alis rectis, laciniis auctis oblongo-lanceolatis basi trinerviis nervis secundariis ad apicem evanidis.

» Folia $15-20^{cm}$ longa, $8-12^{cm}$ lata, petiola ad 5^{cm} longa; calycis fructiferi tubus $1^{cm},5$ latus, $2^{cm},5$ longus; alæ $5-8^{mm}$ latæ; laciniæ auctæ $10-13^{cm}$ longæ, 2^{cm} latæ; crescit in insula Pulo-Condor. (Lemesle, n° 594.)

» 7. *D. stellatus.* — Ramis geminis petiolisque hispidis, pilis fasciculatis; foliis magnis ovatis subcordatis plus minusve acuminatis, supra nervo medio venisque primariis villosis, subtus venis primariis nervulisque reticulatis pilis stellatis brevissimis subvelutinis; racemis axillaribus subglabris 3-floris; calycis fructiferi tubo cylindrico glabro 5-alato, alis subundulatis; laciniis auctis oblongis trinerviis glaberrimis.

» Folia $20-25^{cm}$ longa, $12-15^{cm}$ lata. Petiola $4-5^{cm}$ longa; calycis fructiferi tubus $5-6^{cm}$ longus, 2^{cm} latus, alæ $1^{cm},5$ latæ; laciniæ auctæ $14-16^{cm}$ longæ, $3-4^{cm}$ latæ. — Borneo (O. Beccari, n°s 2555 et 2907).

» 8. *D. undulatus.* — Foliis ovatis integerrimis plicatis nervis secundariis supra impressis subtus valde prominentibus, petiolis ramis junioribus gemmisque conicis subobliquis pube

cinereo vel nigrescente vestitis; calycis fructiferi tubo globoso 5-alato, alis latissimis submembranaceis quam maxime transverse contorto-undulatis; laciniis auctis oblongis trinerviis tenuibus vel membranaceis pilis brevissimis stellatis inspersis.

» Folia 22-28cm longa, 13-14cm lata; petiola 4-5cm longa; calycis tubus cum alis 3-3cm,5 latus; laciniæ auctæ 12-14cm longæ, 3cm latæ. — Borneo (O. Beccari, nº 1267).

» 9. *E. Beccarianus.* — Ramis glabris; foliis rhomboïdalibus acuminatis basi cuneatis utrinque glaberrimis; petiolis glabris; gemmis conicis dense villoso-sericeis; calycis fructiferi tubo urceolato sub limbo valde constricto obtuse 5-gono glabro; laciniis auctis obovato-oblongis obscure trinerviis valde reticulatis.

» Folia 12-14cm longa, 7-9cm lata; petiola 3-5cm longa; calycis fructiferi tubus 3-4cm longus, 3cm latus; laciniæ auctæ 15-17cm longæ, 3-5cm latæ. — Borneo (O. Beccari, nº 2915).

» 10. *D. macrocarpus.* — Ramis junioribus petiolisque dense hispido-tomentosis pilis fasciculatis; foliis amplis ellipticis basi rotundatis vel subcordatis obscure sinuatis supra glabratis ad costam pilosis, subtus rari-pilosis, margine ciliatis, junioribus supra sericeo-lanatis pilis basin versus deciduis subtus velutinis; calycis fructiferi tubo subhemispherico pilis stellatis brevibus insperso; laciniis auctis maximis oblongis trinerviis.

» Folia 30-40cm longa, 18-25cm lata; petiola 6cm longa; calycis fructiferi tubus 3cm latus, 2cm longus; laciniæ acutæ 20-25cm longæ, 4-5cm latæ. — In Bengalia orientali.

» 11. *D. globosus.* — Ramis junioribus gemmisque velutinis; foliis rotundatis vel ovato-ellipticis acuminatis crenatis basi obtusis, supra glaberrimis, subtus ad costam puberulis, petiolis pubescentibus puverulentibus; racemis axillaribus 3-floris; calycis fructiferi tubo globoso glabro; laciniis auctis oblongo-lanceolatis obtusis trinerviis glaberrimis.

» Folia 13-15cm longa, 8-9 lata; petiola 3-5cm longa; calycis fructiferi tubus 2,5-3cm latus; laciniæ auctæ 12-15cm longæ, 3-4cm latæ. — Borneo (O. Beccari, nº 2914).

» 12. *D. hirtus.* — Ramis cortice cinereo-albescente vestitis, novellis crinitis; gemmis oblongis obtusis; foliis oblongo vel elliptico-lanceolatis acuminatis, basi rotundatis vel obsolete cordatis, supra ad costam pubescentibus, subtus ad nervos valde prominentes fasciculatim pilosis; petiolis dense pilosis, pilis fasciculatis; racemis hirsutis 3-floris foliis brevioribus; calycis fructiferi tubo obconico pruinoso glabro, laciniis auctis uninerviis, nervis secundariis brevissimis, glaberrimis.

» Folia 10-13cm longa, 4-5cm lata; petiola 2-3cm longa; calycis fructiferi tubus 1cm,5 longus; laciniæ auctæ 5-7cm longæ, 12-15cm latæ. — Borneo (O. Beccari, nos 779 et 1883). »

CARTOGRAPHIE. — *Projection gnomonique de la surface terrestre sur un octaèdre et sur un cube circonscrit à la sphère;* par M. J. Thoulet. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Villarceau, Puiseux.)

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, le 15 février 1869 (1), et j'ai publié en détail, dans le *Bulletin de la Société de Géographie* du

(1) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 380.

mois de janvier 1868, les formules au moyen desquelles j'ai projeté gnomoniquement une partie du globe terrestre sur l'horizon d'un point D du réseau pentagonal situé près de Remda, en Saxe, au centre du pentagone européen. Les formules que j'ai établies sont générales et permettent de projeter gnomoniquement un point quelconque de la sphère terrestre sur un plan tangent à cette sphère, en un point quelconque de la surface. Cependant le choix d'un certain point spécial de tangence, ou plus généralement d'un solide particulier de projection, peut conduire à des simplifications, dans les calculs assez longs qu'exige le tracé du canevas d'une carte gnomonique. Les solides circonscrits que nous considérerons sont d'abord l'octaèdre dont un grand axe coïncide avec l'axe des pôles terrestres, et ensuite le cube dont les faces sont respectivement tangentes aux pôles arctique et antarctique et en quatre points de l'équateur. En 1869, M. de Chancourtois voulut bien me charger d'exécuter pour lui les calculs relatifs à la projection sur les faces de l'octaèdre qu'il avait choisi, et, en mai 1873, j'ai entrepris de projeter la surface terrestre en me servant, comme solide de projection, du cube particulier dont je viens de définir la position. Les calculs relatifs au canevas de ces six cartes représentant les six faces du cube sont achevés; j'ai également calculé les projections des points principaux du réseau pentagonal, de manière à déterminer graphiquement l'installation de ce réseau avec toute la précision possible; deux feuilles relatives au continent américain sont actuellement en cours d'exécution, et je suis occupé à pointer les divers gisements métallifères.

» La projection du globe terrestre sur les faces de l'octaèdre se compose de huit feuilles dont chacune est représentée par un triangle équilatéral.

» L'échelle adoptée par M. de Chancourtois pour ses cartes étant $\frac{1}{10000000}$, il suffisait de calculer l'intersection des parallèles terrestres avec les méridiens, de 5 en 5 degrés. En outre, le choix du méridien de l'île de Fer (20 degrés ouest de Paris) pour premier méridien origine, la symétrie respective de chaque moitié de face d'octaèdre avec son autre moitié, et celle des huit faces entre elles, ont permis de ne pas dépasser 50 degrés de chaque côté de l'axe formé par le méridien du point de tangence. De ces 50 degrés, 45 appartenaient en propre à chaque face, et 5 degrés étaient destinés à faciliter les raccordements des faces entre elles.

» Les méridiens s'obtiendront en joignant par une ligne droite la projection du pôle avec un point situé sur la projection de l'équateur et dont

la distance au point d'intersection de la projection de l'axe avec celle de l'équateur est fixée par la formule $x = C \tang L$. C est la distance du centre de la sphère à la projection de l'équateur et L la longitude du méridien considéré à partir de l'axe de la carte.

» Excepté pour le méridien servant d'axe, la position des parallèles a été fixée par la distance p comprise entre le pôle et l'intersection de chacun de ces parallèles avec chaque méridien.

» En désignant par λ la latitude d'un parallèle quelconque, par λ' le complément de cette latitude, par L la longitude d'un méridien par rapport au méridien axe de la carte, par R le rayon de la sphère ($6^c,37$), et enfin par α la distance comprise entre le centre de la sphère et la projection du pôle, nous avons la formule $p = \frac{d \sin \lambda'}{\sin(\alpha + \lambda')}$.

» L'angle auxiliaire d a pour valeur $\tang \alpha = \frac{C}{d \cos L}$.

» Une simple construction par la Géométrie descriptive permettrait de tracer graphiquement le canevas de cartes à petite échelle. M. de Chancourtois m'a fait exécuter aussi une seconde série de calculs, d'après la division décimale du cercle, ce qui a permis de constater le grand avantage pratique de l'emploi de cette division.

» *Projection sur le cube.* — Le cube que j'ai choisi, et dont je désignerai les faces par les lettres α, β, γ, δ, ε, ζ, est tangent à la sphère, savoir :

Pour la face α........................	au pôle nord;
» β........................	au pôle sud;
» γ, par 20° longit. E. de Paris....	vers le centre de l'Afrique;
» δ, par 110° longit. E. »	vers le centre de l'île de Bornéo;
» ε, par 160° longit. O. »	dans l'océan Pacifique;
» ζ, par 70° longit. O. »	dans la Nouvelle-Grenade.

» Ces positions ont pour objet de placer les points de tangence le plus près possible des parties centrales des continents et de faire, par conséquent, porter sur les océans les déformations maxima.

» L'intersection de chaque méridien avec chaque parallèle terrestre a été calculée de degré en degré, à cause de l'échelle de la carte fixée à $\frac{1}{10\,000\,000}$.

» En prenant pour axe des y la projection du méridien du point de tangence, et pour axe des x la projection de l'équateur, qui passe évidemment par ce point de tangence, et en employant les mêmes lettres que pour les formules précédentes, les coordonnées de l'intersection de chaque pa-

rallèle avec chaque méridien seront

$$x = \mathrm{R} \operatorname{tang} \mathrm{L} \quad \text{et} \quad y = \frac{\mathrm{R} \operatorname{tang} \lambda}{\cos \mathrm{L}}.$$

» Ces deux valeurs de x et de y permettront de tracer le canevas des quatre faces équatoriales. La valeur de x donne, en outre, les rayons des circonférences représentant les parallèles sur les deux faces polaires et la distance au pôle fixant la projection gnomonique, sur ces mêmes faces polaires, d'un point quelconque de la sphère.

» Au point de vue pratique, on remarquera que les faces polaires α et β n'ont exigé que 54 calculs, établissant les rayons des circonférences représentant les parallèles, depuis 36 degrés lat. jusqu'à 89 degrés lat. Pour les faces γ, δ, ε, ζ, il a suffi de 2000 calculs environ, car ces quatre faces sont respectivement symétriques, et, de plus, une même face est composée de quatre parties symétriques. Chacun de ces 2000 calculs est court et simple, parce qu'il ne demande la connaissance d'aucun angle auxiliaire.

» Les formules relatives à la carte gnomonique du pentagone européen, projeté sur l'horizon de son centre, étaient forcément longues et compliquées de valeurs d'angles auxiliaires. J'ai exécuté, pour cette projection, 13000 calculs, de sorte que la projection de la surface terrestre tout entière sur les douze faces du dodécaèdre régulier aurait exigé $13000 \times 6 = 78000$ calculs, et les nécessités du dessin auraient encore augmenté ce chiffre si considérable.

» La projection sur l'octaèdre aurait exigé, pour obtenir l'intersection de chaque parallèle avec chaque méridien, de degré en degré, $89 \times 44 = 4016$ calculs.

» On voit donc que tout l'avantage de la promptitude et de la simplicité revient à la projection sur le cube. En outre, cette projection donne des feuilles carrées et égales, plus commodes au point de vue du maniement et de la facilité des constructions géométriques à exécuter sur ces cartes. Ces avantages seront plus clairement démontrés, quand nous chercherons à résoudre divers problèmes géographiques, d'un usage fréquent et dont nous nous bornerons à donner l'énoncé.

» Il est un autre ordre d'avantages, commun à toutes les projections gnomiques en général. La géométrie de la sphère s'opère avec des grands cercles; or, tout grand cercle de la sphère étant représenté par une ligne droite, et réciproquement, on pourra résoudre les problèmes de géométrie géographique, soit graphiquement au moyen de la règle et de l'équerre, soit mathématiquement en faisant usage des formules algébriques de l'analyse

à deux dimensions. Si les points considérés se trouvaient sur des faces différentes du cube, on supposerait le plan de ces forces rabattu sur le plan de l'une d'elles, et, sauf pour le grand cercle situé à 90 degrés du point de tangence, il serait facile de projeter la sphère entière sur une même face du cube.

» *Problèmes divers.* — I. Une ligne droite étant tracée sur une face du cube, prolonger le grand cercle représenté par cette ligne sur les autres faces du cube.

» II. Équation de la droite (grand cercle) passant par un point qui est donné par sa longitude L' et sa latitude λ'.

» III. Équation de la droite (grand cercle) passant par deux points qui sont donnés par leurs coordonnées géographiques $(L'\lambda')$, $(L''\lambda'')$.

» IV. Étant donnée la longitude L''' d'un point situé sur un grand cercle passant par deux points $(L'\lambda')$, $(L''\lambda'')$, trouver la latitude λ''' de ce point.

» Ce problème peut encore s'énoncer de la façon suivante :

» Étant donnés, au moyen de leurs coordonnées géographiques, deux points situés sur la surface terrestre, trouver la latitude du point où le grand cercle qui les joint coupe un méridien donné. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau signe de la mort, tiré de la pneumatose des veines rétiniennes.* Note de M. E. **Bouchut.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Médecine.)

« Au moment de la mort, il se dégage du sang veineux des gaz qui s'y trouvent normalement emprisonnés et qui forment une pneumatose des veines.

» La pneumatose des veines rétiniennes est facilement appréciable avec l'ophthalmoscope, et elle constitue un signe immédiat et certain de la mort. Chez l'homme qui vient de mourir, la pneumatose des veines rétiniennes est indiquée par l'interruption de la colonne sanguine de ces veines, phénomène comparable à celui qu'on observe dans la colonne interrompue d'un thermomètre à alcool coloré. »

M. **Domeyko** adresse à l'Académie la collection de minéraux du Chili dont il l'a déjà entretenue dans une Communication précédente. (Voir p. 328 de ce volume, séance du 2 février 1874.)

Cette collection, destinée par l'auteur à être conservée à l'École des

Mines, sera soumise à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Daubrée, Des Cloizeaux.

M. le Ministre de l'Instruction publique transmet à l'Académie, de la part du Conseil des travaux de la Marine, un Mémoire de M. *du Rocher du Queugo*, sur les navires à grande vitesse, que le Conseil désire soumettre au jugement de l'Académie.

Ce Mémoire sera soumis à l'examen de la Section de Géographie et Navigation, à laquelle MM. Phillips et Resal sont priés de s'adjoindre.

M. Callaud adresse, pour le Concours de l'un des prix décernés annuellement par l'Académie, une Note sur la pile dont il est l'auteur.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. Corne adresse une Note sur « le tænia considéré comme la cause du *loudiot* du jeune chien et de la rage spontanée du chien adulte. »

(Renvoi à l'examen de M. Bouley.)

M. Landwerlin adresse une Note relative à diverses questions de Physiologie végétale.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. E. Robert adresse des observations d'Entomologie générale, destinées à éclairer la marche à suivre pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. T. Héna adresse une Note complémentaire sur les terrains quaternaires des environs de Saint-Brieuc.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Brachet adresse une nouvelle Note sur ses obturateurs des radiations extrêmes.

(Renvoi à la Commission du Concours Trémont.)

M. Gillet-Damitte adresse une nouvelle Observation constatant l'efficacité du sirop de Galega.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. **W. Huggins**, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique de Russie** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le 5ᵉ volume du « ВРЕМЕННИКЪ ДЕМИДОВСКАГО ЮРИДИЧЕСКАГО ЛИЦЕЯ : Annuaire du Lycée juridique (école de droit) de Demidoff. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de M. *Diamilla-Müller*, imprimé en italien, et portant pour titre : « Sur la connexion probable entre les éclipses de Soleil et le magnétisme terrestre. »

GÉOMÉTRIE. — *Démonstration géométrique de quelques théorèmes, au moyen de la considération d'une rotation infiniment petite.* Note de M. **A. Mannheim**, présentée par M. de la Gournerie.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie peut être considérée comme le développement d'une partie de celle qui a paru dans le *Compte rendu* du 9 mai 1870 et que j'avais intitulée : *Quelques résultats obtenus par la considération du déplacement infiniment petit d'une surface algébrique.*

» 1. Une surface du second ordre (S) tourne autour d'une droite arbitraire D; à un instant quelconque, elle touche son enveloppe suivant une biquadratique B, qui est l'intersection de la surface mobile considérée dans deux positions infiniment voisines. Cette biquadratique rencontre D aux points où cette droite perce (S), et elle est le lieu des pieds des normales abaissées de chacun des points de D sur (S).

» La surface formée par ces normales, et que j'ai appelée *normalie*, est une surface du huitième ordre sur laquelle D est une droite sextuple.

2. La biquadratique B peut être décomposée en courbes plus simples lorsque D occupe certaines positions particulières. Désignons par Δ la droite qui, prise comme axe de rotation, sera telle que B se décompose en

coniques *que nous désignerons toujours par* C. Ces coniques sont alors les directrices de normalies du quatrième ordre, sur chacune desquelles Δ est une droite triple. De là résulte que :

» *De chacun des points de* Δ *on peut abaisser trois normales dont les pieds sont sur une conique* C.

» Désignons par δ le point où Δ rencontre C. Ce point n'est autre que le point de rencontre des deux normales à (S) qui sont dans le plan de C. On voit ainsi que :

» *Une conique* C *est telle que les normales à* (S) *contenues dans son plan se coupent sur* (S).

» 3. Lorsque la conique C considérée comme figure de grandeur invariable se déplace sur (S), les plans normaux aux trajectoires de ses points se coupent suivant Δ.

» En général, une conique quelconque tracée sur (S), et que l'on suppose de grandeur invariable, peut se déplacer sur cette surface; mais les plans normaux aux trajectoires de ses points enveloppent un cône du second degré, dont le sommet est sur le plan de la conique (CHASLES) (1).

» Si l'on suppose que, pour trois points de cette conique, les normales à (S) se coupent en un même point, ce cône se réduit alors à une droite Δ.

» De tout cela, nous concluons que :

» *Si une conique est telle que les normales à* (S) *issues de trois de ses points se coupent en un même point, il y aura de même une infinité d'autres groupes analogues de trois normales à* (S), *et les points de rencontre de ces normales sont sur une même droite* Δ (DESBOVES) (2).

» 4. Le plan *d'une conique* C, que l'on déplace en la faisant tourner infiniment peu autour de la droite Δ correspondante, touche son enveloppe suivant une droite qui est la caractéristique du plan de C. Cette caractéristique n'est autre que la projection de Δ sur le plan de C. Cette projection, qui passe par δ, rencontre de nouveau C en un point *a*.

» Le point *a*, appartenant à la caractéristique du plan de C, a sa trajectoire tangente à ce plan, et, comme il reste sur (S), sa trajectoire doit être tangente à C. Le plan normal à la trajectoire du point *a* passe par Δ, et

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 26 juin 1843, le Mémoire de M. Chasles : *Propriétés géométriques relatives au mouvement infiniment petit d'un corps solide libre dans l'espace*.

(2) Voir l'ouvrage de M. Desboves : *Théorie nouvelle des normales aux surfaces du second ordre*.

la trace de ce plan passe par δ. La droite $a\delta$, qui est cette trace, est donc normale à C. Ainsi :

» *La projection de* Δ *sur le plan de la conique* C *est une normale à cette courbe* (DESBOVES) (1).

» 5. Tout plan mené par Δ coupe la normalie à (S) suivant une seule droite, qui est une normale à (S). Ce plan est tangent à la normalie au point où cette normale rencontre Δ. Parmi les plans sécants, nous pouvons prendre le plan contenant la normale à (S), dont le pied est en δ. Ce plan devant être tangent à la normalie au point δ, doit contenir la tangente en ce point C. Donc :

» *Le plan normal à* (S), *qui contient la tangente au point* δ *à la courbe* C, *contient aussi la droite* Δ.

» 6. La normalie à (S), dont C est la directrice, a pour contour apparent sur le plan de C la développée de cette courbe. La projection de Δ sur le plan de C est une tangente à cette développée. En dehors de son point de contact, cette tangente ne rencontre cette développée qu'en quatre points. Ces points sont les projections de quatre points de Δ, qui sont des centres de courbure principaux de (S). Aux pieds des normales qui contiennent ces centres de courbure principaux, la courbe C est tangente à des lignes de courbure de (S). Comme une tangente à la développée de C ne rencontre cette développée qu'en deux points réels, nous voyons que :

» C *est tangente à quatre lignes de courbure de* (S); *deux des points de contact sont réels* (2).

» 7. La biquadratique B, décomposée en deux coniques, est une courbe qui a pour points doubles les deux points de rencontre de ces coniques. La droite Δ est donc telle que, après une rotation infiniment petite de (S), cette surface vient en (S_1), qui est doublement tangente à (S). Comment une droite doit-elle être placée pour qu'une surface qui tourne autour de cette droite soit, après la rotation, tangente à la première position qu'elle occupait?

» Prenons d'abord un déplacement fini de (S) autour d'un axe D, et soit

(1) *Loc. cit.*

(2) *Une conique quelconque tracée sur* (S) *est tangente à quatre lignes de courbure de cette surface.*

Circonscrivons à (S) un cône le long de cette conique. Du sommet de ce cône, abaissons les quatre normales sur cette conique, les pieds de ces normales sont les points où la conique touche des lignes de courbure de (S), car ces quatre normales et les tangentes à la conique, issues de leurs pieds, sont des tangentes conjuguées rectangulaires.

(S_1) la nouvelle position de (S). Je suppose que ces deux surfaces soient tangentes entre elles, en un point c. La normale en c à (S) rencontre D au point b. De ce point b abaissons des normales sur (S); l'une be, qui a son pied en e sur (S), est, je suppose, celle qui, après la rotation, vient en bc. Puisque be en tournant autour de D vient en bc, c'est que $be = bc$ et que la droite D est dans un plan perpendiculaire sur le milieu de ec.

» Si nous considérons maintenant un déplacement infiniment petit de (S), les points e et c sont infiniment voisins et, comme les normales en ces points se rencontrent sur D, l'élément de ec appartient à une ligne de courbure de (S) et le point b est un centre de courbure principal. Le plan des droites be, bc est le plan d'une section principale de (S) et il est normal en b à la développée de cette surface. La droite D, qui doit être dans un plan perpendiculaire à celui-ci et mené par la normale qui contient b, est donc, dans le plan de la section principale, tangente en b à la développée de (S). Nous avons ainsi la réponse à la question posée précédemment.

» Autrement. Lorsqu'une surface tourne autour d'une droite, elle a pour enveloppe une surface de révolution qu'elle touche tout le long de la *caractéristique*. Cette caractéristique peut être considérée alors comme la directrice d'une normalie commune à ces deux surfaces. Si la caractéristique a un point double m, les deux surfaces à partir de ce point ont deux normalies communes : elles sont donc osculatrices entre elles au point m.

» Pour la surface de révolution, l'un des centres de courbure principaux est au point de rencontre de l'axe D et de la normale issue du point m, et le plan de l'une des sections principales est le plan méridien passant en m. Il en est alors de même de la surface mobile qui lui est osculatrice en m. Nous voyons donc que :

» *L'axe de rotation d'une surface mobile, laquelle touche son enveloppe en un point double de la caractéristique de cette enveloppe, est tangent à la développée de la surface mobile.*

» Ce dernier mode de démonstration indique bien clairement la marche à suivre pour trouver la situation des axes de rotation pour lesquels la caractéristique de l'enveloppe d'une surface mobile possède un point multiple.

» Réciproquement, comme on le voit facilement, si un axe de rotation est tangent à la développée d'une surface mobile, cette surface touche son enveloppe en un point double de la caractéristique de cette enveloppe.

» Dans le cas particulier où cette surface mobile est une surface du deuxième ordre tournant autour d'une droite Δ, la caractéristique se com-

pose de deux coniques donnant lieu à deux points doubles; par suite :

» *La droite* Δ *est bitangente à la développée de la surface du second ordre* (Laguerre) (1).

» Si la caractéristique se décompose en une droite et une cubique gauche, l'axe de rotation correspondant est aussi bitangent à la développée de la surface mobile.

» 8. Il résulte de ce qui précède (6 et 7) qu'il y a six centres de courbure principaux situés sur des normales à (S) issues des points d'une conique C. De là on déduit facilement que :

» *La normalie à* (S), *dont la directrice est une conique* C, *touche la développée de* (S) *suivant une courbe du huitième ordre.*

» Ce théorème s'étend aisément au cas où la directrice de la normalie est une conique quelconque de (S). »

ASTRONOMIE. — *Orbite apparente et période de révolution de l'étoile double η de la Couronne.* Note de M. C. Flammarion, présentée par M. Faye.

« Le système stellaire η de la Couronne boréale se compose de deux astres offrant à peu près le même éclat et la même couleur. L'étoile à laquelle on rapporte le mouvement orbital du couple est à peine un peu plus brillante que sa compagne; celle-ci est de 6e grandeur, et la première est de 5 ½. Toutefois il n'y a pas d'équivoques dans les observations. Les deux composantes sont presque blanches, faiblement teintées de jaune, surtout la seconde. La position de ce groupe sur la sphère céleste est actuellement

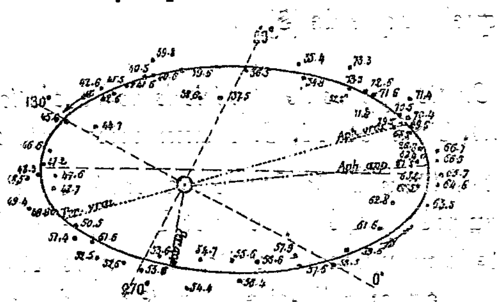
$$\text{Æ} = 15^h 17^m 8^s; \quad \text{D} = +30°46'.$$

» En étudiant les observations modernes de cette étoile double, pour la construction de son orbite, j'ai été conduit, comme pour le cas des systèmes binaires ξ de la Grande-Ourse et ζ d'Hercule, dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie, à modifier le chiffre de la durée de révolution adopté jusqu'ici. Cette durée doit être diminuée de près de 3 ans, et fixée à 40 ans environ. La période admise généralement et inscrite dans les Traités d'Astronomie est de 43 ans; la plupart des orbites calculées précédemment pour ce couple s'accordaient du reste à donner à sa durée de révolution des valeurs oscillant autour de ce chiffre. Sir John Herschel avait trouvé pour cette période $44^{\text{ans}}24$, Madler $43^{\text{ans}}25$, Villarceau $42^{\text{ans}}50$ par une solution et $66^{\text{ans}}26$ par une autre, Winnecke 43 ans; Struve et Secchi adoptent ce dernier nombre. Ma conclusion repose sur la discussion de quatre-

(1) Voir *Comptes rendus*, séances des 9 et 23 février 1874.

vingt-six observations moyennes différentes, que j'ai comparées pour l'étude du mouvement angulaire, et parmi lesquelles dix seulement ont dû être éliminées à cause de leur évidente divergence ou de leur incertitude. Pour la construction de la courbe, j'ai pu utiliser soixante-trois observations complètes (angles de position et distances), ce qui m'a permis de déterminer avec la plus grande exactitude, par la méthode graphique, l'ellipse du mouvement apparent vu de la Terre.

» Malgré l'exiguïté de la distance qui sépare entre elles les deux composantes, les erreurs d'observation sont moins considérables que pour l'étoile ζ d'Hercule, et quoique le passage au périhélie s'accomplisse à la distance de 0″,36 seulement, il est observable, et l'on n'a pas d'occultation apparente comme dans le cas du couple précédent. C'est certainement là l'un des



Orbite apparente de l'étoile double η de la Couronne.

systèmes d'étoiles doubles les plus resserrés. La figure ci-dessus est construite à la même échelle que celle de ζ d'Hercule, c'est-à-dire dans la proportion exagérée de 30 millimètres pour une seconde d'arc. L'orbite est beaucoup plus petite que celle de cette étoile, quoique la révolution soit plus longue; mais il est juste d'ajouter que nous ne connaissons la parallaxe ni de l'une ni de l'autre. Comme on le voit, cette orbite apparente est très-excentrique, tandis que l'orbite réelle est presque circulaire. Les positions du satellite observées oscillent de part et d'autre de la courbe qui passe par la moyenne, et le long de laquelle on peut suivre la révolution depuis 1822 jusqu'à ce jour. Les dates sont inscrites en années et dixièmes d'année, et abrégées à cause de l'exiguïté de la figure. Voici les éléments que j'ai conclus de l'ensemble des observations :

Demi-grand axe	0″,865
Excentricité	0′,8615
Passage au périhélie apparent	1853,95 à 287°
Distance du périhélie apparent	0″364
Moyen mouvement annuel	8°57′40″
Durée de la révolution	40 ans, 17.

» Le prochain passage au périhélie aura lieu au mois de février 1894.

» Les angles de position sont indiqués sur la figure ci-jointe, ainsi que la position des deux périhélies et des deux aphélies. On voit que le mouvement de translation s'opère pour ce système dans le sens de la numération des degrés, c'est-à-dire de l'ouest vers l'est par le nord (zéro).

» L'aphélie apparent a eu lieu en 1866,50 à 34 degrés et à la distance de 1″,092. La distance moyenne des composantes de ce couple n'est donc que de 0″,728. L'étoile principale se trouve à 0″,23 du centre, et à 0″,063 seulement de distance du grand axe de l'orbite apparente. Le périhélie apparent est situé à l'ouest-nord-ouest de l'étoile principale, à peu près comme celui du système ζ d'Hercule.

» Par la projection du grand axe de l'orbite absolue, on voit que l'excentricité de cette orbite est de 0,287. Ce n'est pas une excentricité cométaire, comme il arrive pour la plupart des étoiles doubles. Elle est de l'ordre des orbites planétaires et *peu supérieure à celle de Mercure* dans notre système solaire, celle-ci étant de 0,206.

» Le passage au périhélie a eu lieu en 1849,7 à 224 degrés, et le passage à l'aphélie serait en 1869,8 à 44 degrés.

» Si l'on s'en tenait aux observations de William Herschel, la période de révolution pourrait être conservée à quarante-deux ans environ, car l'étoile satellite est indiquée par lui à 30°,7 en 1781,69 et les observations de Otto Struve la placent au même point en 1865,73. Une autre observation d'Herschel l'indique à 179°,4 en 1802,69 et la série de Pulkova la fait passer en cette position à la date 1845,49; mais si l'on étudie les positions récentes prises à Pulkova (j'ai pu le faire, grâce à la bienveillante obligeance de M. Otto Struve), si l'on apprécie leur haut degré de précision, si l'on compare également la série remarquable de Dawes, si enfin on dégage la valeur moyenne de l'ensemble des observations modernes, on trouve, pour la durée de révolution de ce couple stellaire, le chiffre que j'ai donné plus haut. L'inspection de la figure de l'orbite et des dates le montre, d'autre part, presque à première vue.

» La solution de soixante-six ans, donnée par M. Villarceau et qui a été adoptée par plusieurs astronomes, provenait d'une interprétation particulière des deux observations d'Herschel, que je viens de rappeler, en acceptant pour 1802, d'après une indication de sir John Herschel, un angle de 359°,4 au lieu de 179°,4, et en renversant de 180 degrés la position de 1781, correction que la similitude d'éclat des deux composantes rendait possible. On voit qu'aujourd'hui il n'est plus nécessaire d'avoir recours à cette hypothèse et que la période doit être fixée à $40^{\text{ans}},17$.

» La distance périhélie des deux astres peut servir à déterminer la grandeur de leurs disques factices. En effet, à la distance minimum de de 0″,364, les deux disques ne s'occultent pas et pénètrent à peine l'un dans l'autre (vus dans les grands instruments); le diamètre de chaque disque ne dépasse donc pas 0″,4. Or ce chiffre est également celui auquel conduisent les mesures directes des grandeurs d'étoiles pour des objectifs de 9 pouces et au-dessus. Les deux disques apparents se pénètrent un peu au périhélie. En 1855,39, le P. Secchi les séparait à peine et écrivait sur son registre la remarque : « Veduta da noi come la figura della cifra 8, è anche » talora pareva separata ». En 1856,39, le capitaine Jacob écrivait de Madras : « Is opening again ». Au point de vue optique, ces deux fines étoiles forment un des meilleurs objets d'essai pour la valeur des instruments. J'ai pu les distinguer l'année dernière avec un télescope de 20 centimètres et un grossissement de 400 fois : la distance était de 0″,85; l'atmosphère était d'une pureté et d'un calme rares et cependant la séparation des deux étoiles ne pouvait se faire que par moments.

» Remarquons que W. Herschel indique ces deux étoiles comme blanchâtres; W. Struve comme « jaunes » et « plus jaunes »; Webb comme « blanches » et « jaunes d'or »; Dembowski comme blanches toutes deux, etc. Ces appréciations sont purement subjectives et n'indiquent pas de variabilité, comme cela paraît être le cas pour l'éclat et la nuance du compagnon de ζ d'Hercule.

» Voici les observations d'après lesquelles l'orbite précédente a été déterminée :

Dates.	Positions.	Distances.	Obs.	Dates.	Positions.	Distances.	Obs.
1826,77	35°,3	1″,08	Σ_1	1842,60	159°,1	0″,57	Σ_2
1829,55	43,2	0,96	»	1844,71	175,5	0,48	»
1831,63	50,6	0,88	»	1845,61	180,1	0,60	»
1832,76	56,9	0,79	»	1846,61	195,7	0,61	»
1834,84	69,2	0,70	»	1847,24	199,9	0,63	D
1835,41	74,3	0,73	»	1847,64	203,9	0,56	Σ_2
1836,52	88,8	0,56	»	1848,34	204,4	0,65	D
1837,47	95,4	0,39	»	1848,47	207,4	0,69	»
1838,44	107,9	0,37	»	1848,71	209,8	0,58	Σ_2
1839,59	119,8	0,5	D	1849,44	218,3	0,69	D
1839,83	132,5	(0,58)	Σ_2	1849,65	220,3	0,60	Σ_2
1840,51	138,1	0,51	»	1850,52	230,8	0,49	»
1840,62	135,9	0,5	D	1851,42	238,1	0,55	D
1841,50	149,7	0,52	Σ_2	1851,56	241,8	0,48	Σ_2
1841,65	149,4	0,5	D	1852,52	250,1	0,5	D
1842,58	156,6	0,5	»	1852,62	261,2	0,44	Σ_2

Dates.	Positions.	Distances.	Obs.
1853,56	280,9	0,32	»
1853,64	273,3	0,44	D
1854,42	301,5	0,47	»
1854,66	313,2	0,33	Σ_2
1855,62	330,2	0,40	»
1856,39	327,7	0,5	J
1856,62	342,6	0,47	Σ_2
1857,62	351,8	0,65	»
1857,95	355,8	0,6	J
1858,54	359,6	0,76	Σ_2
1859,61	5,8	0,79	Σ_2
1861,58	15,8	0,90	»
1862,77	22,5	0,92	»
1863,54	23,6	1,10	»
1864,60	27,8	1,13	»
1865,49	27,4	1,03	*d*
1865,73	30,7	1,14	Σ_2
1866,44	30,1	1,04	*d*
1866,54	33,1	1,12	S
1866,66	35,4	1,13	Σ_2
1867,50	33,2	1,04	*d*
1868,39	36,5	1,06	»
1868,56	41,3	1,05	Σ_2
1869,52	42,7	0,97	»
1870,38	44,0	1,04	*d*
1870,52	46,1	1,01	Σ_2
1871,45	47,7	1,08	*d*
1871,58	52,7	0,93	Σ_2
1872,59	55,4	0,91	»
1873,34	64,2	0,90	B
1873,54	57,4	0,82	Σ_2

(Σ_1 = William Struve; Σ_2 = Otto Struve; D = Dawes; J = Jacob; *d* = Dembowski; S = Secchi; B = Brunnow.)

PHYSIQUE. — *Sur le mode de production de certains courants d'induction.* Note de M. A. Gaiffe, présentée par M. Desains.

« En expérimentant l'appareil d'induction que j'ai installé à l'Assemblée nationale, pour allumer le gaz de la salle des séances, j'ai remarqué les faits suivants :

» 1° Lorsque, la bobine étant mise en marche, il arrive qu'elle se décharge par une étincelle éclatant entre un de ses paratonnerres et le sol, il naît, dans le système de câbles chargé de conduire le courant tour à tour à chacun des lustres, et qui ne communique, d'une manière permanente, qu'avec un des pôles de la bobine, il naît, dis-je, des courants qui allument un nombre variable de becs de gaz.

» 2° Lorsqu'on ferme le courant par un des câbles, non-seulement le lustre qui lui correspond s'allume, mais quelques becs des autres lustres s'allument aussi.

» 3° Lorsque la bobine ne se décharge ni sur elle-même, ni sur un des fils de retour, elle peut marcher pendant fort longtemps, sans que le câble principal qui communique avec elle laisse échapper la plus petite étincelle.

» Il y avait là des phénomènes que je résolus d'examiner de près, et dans ce but je construisis les appareils que j'ai l'honneur de présenter à l'Aca-

démie. Ils m'ont permis de faire commodément les expériences qui forment le sujet de cette Note.

» *Première expérience.* — Lorsqu'on fait passer les courants induits inverse et direct d'une bobine de Ruhmkorff dans un circuit bon conducteur de l'électricité, une aiguille d'acier placée au milieu d'une hélice magnétisante, faisant partie du circuit, n'est pas aimantée sensiblement; elle n'est pas aimantée davantage lorsqu'on élimine le courant de fermeture.

» *Deuxième expérience.* — Lorsqu'on ouvre le circuit par une très-courte solution de continuité qui laisse passer l'étincelle entourée d'une belle auréole, on n'obtient pas non plus une aimantation appréciable de l'aiguille, qu'un seul ou que les deux courants successifs passent pas l'hélice magnétisante.

» *Troisième expérience.* — Lorsqu'on allonge la solution de continuité de manière à obtenir une étincelle ayant une faible auréole, les aiguilles d'acier s'aimantent légèrement, toujours dans le même sens, qu'on emploie les courants inverse et direct ou le courant direct seulement.

» *Quatrième expérience.* — Lorsque l'étincelle est suffisamment longue pour n'avoir plus d'auréole, l'aimantation des aiguilles est énergique et conserve la même direction, qu'on élimine ou non le courant inverse.

» *Cinquième expérience.* — Lorsque le circuit est largement ouvert et que l'étincelle ne peut jaillir, on n'obtient aucune aimantation des aiguilles.

» *Sixième expérience.* — Lorsqu'on opère avec deux circuits parallèles et que l'un d'eux sert de conducteur au courant induit de la bobine, le courant induit de deuxième ordre ne s'obtient que quand il y a une solution de continuité dans le courant induit de premier ordre, et, comme l'aimantation dans l'expérience précédente, il n'atteint son maximum de puissance que lorsque l'étincelle de premier ordre n'a plus d'auréole.

» *Septième expérience.* — Le courant de deuxième ordre aimante presque toujours en sens inverse de celui que donne le premier ordre. Il peut être *fermé par un bon conducteur, fermé par l'étincelle ou entièrement ouvert*, sans que l'aimantation des aiguilles cesse de se produire.

» *Huitième expérience.* — Le courant de deuxième ordre fermé par un bon conducteur, fermé par étincelle ou ouvert, fait naître un courant de troisième ordre qui peut, *fermé ou ouvert*, aimanter, étinceler et induire un courant de quatrième ordre, etc., etc.

» *Neuvième expérience.* — Un circuit induit de deuxième, troisième, quatrième ordre, etc., peut avoir, indépendamment de la solution de continuité qui laisse jaillir l'étincelle, une très-large ouverture dans la partie qui est soumise directement à l'action du courant inducteur, sans que le phénomène d'induction cesse et qu'il perde aucune de ses propriétés.

» *Dixième expérience.* — Lorsqu'on ferme le courant de la bobine sur lui-même par une étincelle sans auréole, et qu'on fait communiquer par une de ses extrémités un fil parfaitement isolé avec un des pôles de la bobine, il naît dans ce fil un courant inverse du courant de premier ordre, qui jouit de toutes les propriétés du courant de deuxième ordre.

» *Onzième expérience.* — Si l'on fait une ou plusieurs petites solutions de continuité dans ce fil, le courant se manifeste par des étincelles qui jaillissent entre les divers tronçons, quoique tous, à l'exception du premier qui communique avec la bobine, soient parfaitement isolés.

» *Douzième expérience.* — Si l'on courbe une des parties terminales d'un circuit induit ouvert, de façon à amener une des extrémités dans le voisinage d'un autre point du circuit, il s'échange une étincelle entre ces deux points voisins, même si la partie courbée est très-éloignée de celle qui est soumise à l'action du circuit inducteur.

» *Treizième expérience.* — Si, sur un circuit induit d'un ordre quelconque, disposé de facon à pouvoir servir de circuit inducteur, on greffe, au tiers de sa longueur par exemple, un fil par une de ses extrémités, il naît dans ce fil greffé un courant de sens inverse à celui du circuit principal, ce que l'on constate par l'aimantation simultanée de deux aiguilles. Le sens du courant reste le même, qu'on ferme le circuit greffé par étincelle sur le circuit principal ou qu'on le laisse complétement ouvert.

» *Quatorzième expérience.* — On peut, en faisant varier la longueur des étincelles des courants de deuxième, troisième, quatrième ordre, etc., obtenir des changements de sens de l'aimantation produite par les courants. Je n'ai pas obtenu, jusqu'à présent, des résultats assez constants pour que le tableau qui les consigne puisse être publié.

» *Quinzième expérience.* — Craignant que la proximité des bobines ne fût la cause de quelques-uns des phénomènes observés, je les ai séparées l'une de l'autre par un intervalle de 1 mètre, et j'ai constaté que les résultats restaient les mêmes exactement que ceux qui avaient été obtenus avec des bobines rapprochées (1).

» Je continue ces recherches; mais avant d'insister sur les conséquences auxquelles elles semblent me conduire, je demanderai à l'Académie la permission de lui communiquer quelques nouvelles expériences sur le même sujet.

ÉLECTRO-CHIMIE. — *De l'influence des substances albuminoïdes sur les phénomènes électro-capillaires.* Note de M. **Onimus**, présentée par M. Becquerel. (Extrait.)

« Les faits que j'ai l'honneur de signaler à l'attention de l'Académie se rattachent à la question des phénomènes électro-capillaires, découverts par M. Becquerel. Lorsque deux liquides hétérogènes sont séparés par une membrane organique ou par un espace capillaire, ils donnent naissance, comme l'a montré M. Becquerel, à un courant électrique qui est capable de produire des effets chimiques et mécaniques. On obtient ainsi des réductions de métaux et des doubles décompositions qui n'ont pas lieu dans les conditions ordinaires. J'ai observé que, dans beaucoup de cas,

---

(1) Les constatations faites dans ces conditions sont les suivantes :
Circuit de premier ordre fermé métalliquement, ou par étincelle courte à auréole, ou ouvert complétement, ne pouvant servir d'inducteur; le même fermé par étincelle sans auréole, induisant fortement les circuits suivants : circuits de deuxième, troisième et quatrième ordre fermés métalliquement ou ouverts, possédant toujours les pouvoirs induisant et magnétisant.

l'interposition d'une couche de substance albuminoïde (blanc d'œuf, albumine du sang) entre les deux liquides pouvait déterminer les mêmes phénomènes électro-chimiques.

» J'ai employé, pour ces expériences, le procédé suivant. Dans un tube en U, je verse d'abord de l'albumine, de manière à remplir le fond; puis, de chaque côté, je verse lentement, et de manière à empêcher le mélange brusque avec l'albumine, les liquides qui doivent réagir l'un sur l'autre. Au bout de quelque temps, les solutions se rencontrent dans la couche d'albumine, et donnent lieu alors aux doubles décompositions indiquées par M. Becquerel. C'est ainsi qu'en mettant d'un côté une solution de sulfate de cuivre, et de l'autre une solution d'oxalate de potasse, il se forme de très-beaux cristaux bleus d'oxalate double de cuivre et de potasse.

» De même, en mettant d'un côté du sulfate de soude, et dans l'autre du nitrate de chaux, on obtient des cristaux de sulfate de soude et de chaux. Ces cristaux, dans ce cas, forment toujours une masse plus ou moins grenue, et ne prennent point la forme de stalactites, qu'ils affectionnent quand on se sert de membranes.

» La Chimie et la Physiologie ont déjà tiré parti, pour l'explication d'un grand nombre de phénomènes, des actions électro-moléculaires; je crois que leur importance dans les actes organiques est encore démontrée par cette action des substances albuminoïdes.

» En prenant pour exemple la substance osseuse, on conçoit aisément la formation du phosphate de chaux. En séparant, par une couche d'albumine, du phosphate de soude et du nitrate de chaux ou du chlorure de calcium, on obtient du phosphate de chaux du côté où l'on avait mis le phosphate de soude. On peut conclure de ces faits l'indication pratique qu'il est peut-être plus utile d'administrer ces sels séparément que de faire prendre directement les phosphates de chaux, puisque la production de ce sel se fait facilement dans l'organisme.

» De plus, tandis que ni le chlorure de calcium, ni le phosphate de soude ne déterminent la coagulation de l'albumine, il se forme une coagulation très-manifeste, ou comme une série de membranes dans la région où se passent les doubles décompositions. On peut même dire, en général, qu'il y a toujours une coagulation plus ou moins étendue chaque fois qu'il y a production de courants électro-moléculaires, alors même que les liquides employés ne produisent pas directement de coagulation. Cette coagulation est due probablement à ces courants mêmes, car elle ne se fait que d'un côté, du côté qu'on peut considérer comme pôle positif.

» En même temps, et surtout lorsque la coagulation empêche les liquides de communiquer librement, nous avons observé parfois des différences de niveau dans le sens du courant.

» Nous citerons encore le fait suivant, qui nous paraît assez important au point de vue de l'assimilation de ces phénomènes avec ceux qui se passent dans l'organisme. M. Cl. Bernard a démontré que tous les sels de fer, en traversant l'organisme, subissent une transformation chimique qui consiste en une désoxydation ou passage à l'état de protosel. Nous obtenons cette même transformation lorsque le perchlorure de fer arrive en contact avec de l'albumine. En versant, du côté opposé, du prussiate rouge de potasse, on observe, au bout de deux ou trois jours, uniquement sur la limite des contacts, un fort liséré bleu, qui va en augmentant et qui indique la transformation du perchlorure en protochlorure de fer. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur l'épuisement physiologique de la levûre de bière et remarques à l'occasion d'une récente Communication de M.* Schutzenberger *sur le même sujet;* par M. A. **Béchamp**.

« Il y a quelques jours (*Comptes rendus*, p. 49 de ce volume), M. Schutzenberger a publié une Note où sont confirmés plusieurs des résultats de mes recherches sur la levûre de bière. Je prie l'Académie de me permettre de réclamer auprès d'elle la priorité des expériences et même des idées, du moins dans ce que ces idées avaient de nouveau, à l'époque où j'ai commencé à les développer.

» M. Schutzenberger trouve, comme moi, que la levûre dans l'état d'inanition (l'auteur dit : « à jeun »), outre l'acide carbonique, produit de l'alcool, un principe gommeux, de la leucine, de la tyrosine et des phosphates (1).

---

(1) M. Schutzenberger ne paraissant pas connaître mes publications sur ce sujet, je demande la permission de les rappeler :

1° Sur l'acide acétique dans la fermentation alcoolique (*Comptes rendus*, t. LVI, p. 969, 1086, 1231, et t. LVII, p. 496; 1863); 2° Note sur la fermentation alcoolique (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 601); 3° Sur l'épuisement physiologique et la vitalité de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 689); 4° Nouvelle méthode d'incinération des matières animales et végétales. Application au dosage des éléments minéraux et de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 337); 5° Sur la cause de la fermentation alcoolique par la levûre de bière et sur la formation de la leucine et de la tyrosine dans cette fermentation (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 184). 6° Recherches sur la théorie physiologique de la fermentation alcoolique de la levûre de bière (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1036).

» J'avais trouvé (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 184) que la levûre, en s'épuisant, produisait :

» 1° *Produits volatils :* alcool, acide acétique, acide carbonique et, à la fin, de l'azote.

» 2° *Produits fixes :* A. *Matières minérales :* acide sulfurique, acide phosphorique, potasse, soude, magnésie. B. *Matières organiques :* zymose, albumine, substance gommeuse dextrogyre, leucine, tyrosine, résidu sirupeux.

« Relativement à l'alcool, M. Schutzenberger veut bien dire qu'on le savait déjà. Je ferai remarquer qu'on croyait que cet alcool provenait d'une précédente fermentation; au contraire, j'ai cherché à établir que la levûre forme de l'alcool nouveau aux dépens de ses propres matériaux.

» Quant au principe gommeux, dont M. Schutzenberger dit qu'il « offre tous les caractères de la gomme arabique (*arabine*) », je ferai remarquer que celui que j'ai isolé en diffère profondément. J'ai été, comme M. Schutzenberger, frappé de la ressemblance, à cause de l'acide mucique qu'il fournit par l'acide nitrique; mais, comme je l'avais indiqué, elle est dextrogyre, et son pouvoir rotatoire est compris entre 59° ↗ et 61° ↗. A ce propos j'ai pris le pouvoir rotatoire de la gomme arabique, purifiée par le procédé de M. Fremy. On sait que la gomme est lévogyre; or j'ai trouvé $[\alpha]_j = 24°$ ↘; sauf une petite quantité d'azote qui peut prévenir d'une impureté, elle a sans doute la composition de la gomme; j'ajoute qu'elle est saccharifiable par l'ébullition avec l'acide sulfurique étendu, mais plus difficilement que la gomme. De même que la gomme pure, elle ne réduit pas le réactif cupropotassique; mais elle offre, avec ce réactif, une propriété qui la différencie encore de la gomme : lorsqu'on verse sa solution dans le réactif cupropotassique (formule de Fehling), il se forme aussitôt un coagulum volumineux, qui se contracte en une combinaison cuivrique bleue dès que l'on chauffe. Dans ces conditions, la gomme ne donne rien de semblable : j'ai vainement cherché ce corps dans le résidu insoluble dans l'alcool que fournit la fermentation du sucre par la levûre de bière; ce résidu est sensiblement inactif. Il n'existe pas non plus dans le bouillon de levûre fraîche. Il est le produit constant des fonctions de désassimilation de la levûre en état d'inanition, même quand on la prive d'eau, comme on le verra plus loin.

» M. Schutzenberger attribue la découverte de la leucine, dans les produits de désassimilation de la levûre, à MM. Müller et Hesse. Je ferai remarquer qu'il s'agissait de levûre putréfiée; par suite, cela ne prouve rien dans l'espèce, puisque les matières albuminoïdes putréfiées donnent la

leucine; cela prouve tout au plus que les vibrioniens, qui se *nourrissent* de ces matières, fournissent de la leucine. Au contraire, j'ai mis beaucoup d'insistance à constater l'intégrité des cellules de levûre, l'absence de bactéries ou autres vibrioniens, et par suite de tout phénomène de putréfaction. Si j'ai mis un si grand soin à bien établir ce fait, c'est qu'il venait à l'appui de la doctrine de M. Dumas, savoir : que la levûre fonctionne, au point de vue physiologique, comme fonctionne un animal. La constatation de la formation de la leucine et de la tyrosine dans ces conditions était intéressante, en ce qu'elle rapprochait la fonction de la levûre de la manière d'être des animaux qui, dans certains centres organiques, produisent la tyrosine. Ajouterai-je que j'ai proposé le traitement indiqué de la levûre comme un moyen commode et économique de préparer la leucine et la tyrosine? Dirai-je enfin que l'on ne savait pas que la tyrosine se produit dans ces conditions et que, dans la fermentation alcoolique du sucre par la levûre de bière, la leucine et la tyrosine se forment également?

» On confond souvent la levûre de bière avec les ferments du vin ; c'est à tort : les ferments du vin fournissent infiniment moins d'acide phosphorique que la levûre de bière, et, lorsqu'on les soumet au régime de l'inanition, ils désassimilent beaucoup moins à poids égal, et la leucine ne se trouve qu'en infime quantité dans les produits désassimilés.

» J'ai inscrit l'albumine et la zymase parmi les produits de la désassimilation de la levûre. L'albumine de la levûre est bien différente de l'albumine des œufs. C'est de la caséine qu'elle se rapproche le plus : comme celle-ci, elle se dissout aisément dans le carbonate de soude après sa coagulation, ce que ne fait pas l'albumine coagulée; elle est précipitée de cette solution par l'acide acétique, mais son pouvoir rotatoire est bien inférieur à celui de la caséine, quoique de même sens.

» M. Schutzenberger admet que l'alcool fourni par la levûre en état d'inanition provient du sucre que formerait la levûre. J'ai déjà dit ailleurs ce que je pense de cette opinion que le sucre est nécessaire à la formation de l'alcool dans ces conditions : à aucun moment du phénomène, on n'en peut constater la présence; mais, en somme, comme la matière gommeuse est saccharifiable, j'avais d'abord pensé que celui qui est formé par la levûre est aussitôt consommé. Il n'en est rien; car, ayant fait agir la zymase et l'acide phosphorique étendu sur la matière gommeuse, à la température à laquelle le phénomène s'accomplit, je n'ai pas vu se former une trace de glucose.

» *Produits de la liquéfaction spontanée de la levûre.* — Mes premières

expériences avaient été faites en délayant la levûre dans l'eau. J'ai voulu savoir ce qui arriverait à la levûre en pâte, abandonnée à elle-même :

565 grammes de levûre, contenant 25 grammes pour 100 de levûre séchée à 100 degrés, sont placés dans une étuve chauffée à 25-30 degrés. Quarante-huit heures après elle était complétement liquéfiée. Elle avait dégagé de l'acide carbonique. Laissé dans l'appareil fermé pendant huit jours : levûre entière, pâte granuleuse, pas de bactéries, pas d'odeur de putréfaction. Jeté sur un filtre et laissé égoutter bien complétement :

Poids de la levûre avant..........	565
Poids de la levûre égouttée après..	270
Liqueurs écoulées..........	295

» Le phénomène est le même au contact de l'air, comme dans une atmosphère d'acide carbonique. La même chose a lieu à la température ordinaire, mais plus lentement. Dans les produits liquides de la précédente expérience j'ai trouvé :

Alcool absolu....................	12^{cc}
Acide acétique..................	$0^{gr},66$

» Il n'y avait pas trace appréciable d'acide butyrique. Les autres matériaux, leucine, tyrosine, matière gommeuse, etc., comme quand la désassimilation a lieu au sein de l'eau.

» *La levûre fraîche contient-elle de la leucine et de la tyrosine?* — J'ai fait l'expérience suivante :

» 2000 grammes de levûre fraîche, contenant 25 grammes pour 100 de levûre sèche, sont délayés dans 1280 centimètres cubes d'eau et le mélange jeté, vingt-quatre heures après, sur des filtres pour laisser complétement égoutter :

Levûre et eau avant............	3280
Levûre égouttée................	1350
Liquide écoulé et perte........	1830

» Dans le liquide écoulé, il n'y a que des traces de leucine et de tyrosine.

» Les 1350 grammes de levûre restants de l'opération, soumis au même traitement, ont fourni ensuite :

Leucine......................	16^{gr}
Tyrosine.....................	$2^{gr},5$

» On peut donc admettre que la levûre fraîche ne contient ni tyrosine, ni leucine, lesquelles sont donc des produits d'une fonction spéciale de la cellule.

» Il est remarquable que la levûre qui a servi à une ou deux fermentations ne se fluidifie plus spontanément, du moins à la température ordinaire, même après six mois, lorsqu'on la conserve au contact de l'air, en l'abritant simplement contre les poussières. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action du chloral sur l'albumine.* Note de M. **H. Byasson**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans une Note intitulée : *Du chloral et de sa combinaison avec les matières albuminoïdes* (1), M. Personne conclut de ses travaux que le chloral se combine avec l'albumine, et il en déduit une explication sur le mode d'action physiologique de ce composé. Mes expériences m'ont conduit à des résultats différents.

» Lorsqu'on verse dans une solution d'albumine d'œuf, renfermant environ 5 pour 100 d'albumine sèche, 10 à 15 grammes de chloral anhydre, il y a formation d'un coagulum, produit surtout par l'élévation considérable de température due à la combinaison du chloral avec l'eau. Le mélange d'une solution au dixième de chloral hydraté, avec une solution d'albumine, donne lieu à une coagulation partielle; le liquide prend l'aspect lactescent et se conserve tel très-longtemps; si on le chauffe jusqu'à l'ébullition, l'albumine se coagule presque complétement. En variant les quantités relatives de chloral hydraté et d'albumine, j'ai fait ainsi agir ces deux substances l'une sur l'autre, de manière à séparer, par décantation et filtration, une quantité de produits suffisante pour y rechercher le chloral. En faisant sécher lentement, à une température comprise entre 40 et 50 degrés, l'albumine coagulée dans ces conditions, même après un lavage préalable à l'eau distilée, on retrouve du chloral. Ce résultat n'a rien d'inattendu, vu la constitution physique de l'albumine coagulée, la fixation mécanique de substances même dissoutes et la difficulté de pénétration de l'eau dans sa masse. J'ai songé à laver la prétendue combinaison avec l'alcool, liquide qui, tout en contractant en quelque sorte l'albumine, jouit d'un grand pouvoir dissolvant pour le chloral; le lavage peut être considéré comme complet lorsqu'on a employé méthodiquement environ vingt-cinq fois le poids d'alcool. La substance ainsi lavée, désséchée lentement, présente l'aspect corné de l'albumine sèche, et elle donne une poudre blanche. Dans ces conditions, elle ne renferme pas de chloral; en effet, lorsqu'on la soumet en premier lieu à l'action d'une solution concentrée de potasse, il ne se dégage pas trop de chloroforme ou d'autre composé chloré volatil; en second lieu, si l'on détruit la substance organique, avec les précautions ordinaires, par l'emploi combiné de l'acide nitrique, du carbonate de potasse

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 129.

et de la chaleur, on retrouve dans le résidu du cyanure de potassium et seulement des *traces* de chlore. A moins d'admettre que la combinaison d'albumine et de chloral est assez peu stable pour être détruite par l'alcool, les expériences précédentes permettent d'avancer qu'elle ne se produit pas dans les conditions citées. La lactescence ou la coagulation partielle d'une solution d'albumine par le chloral hydraté, signalée déjà par moi en 1871, dans mon Mémoire sur l'hydrate de chloral, est due en partie à la neutralisation du carbonate alcalin. L'action si remarquable du chloral comme agent de conservation des matières animales, signalée déjà par divers savants et en particulier par MM. Hirn et Dujardin-Beaumetz, n'en reste pas moins définitivement démontrée, surtout par les expériences de M. Personne. Dans cette voie, j'avais déjà montré (Mémoire cité) son pouvoir antifermentescible, et indiqué depuis longtemps à M. Robin (1) le parti qu'on en pouvait tirer pour la conservation de certaines préparations histologiques. La pénétration facile du chloral en solution aqueuse dans les matières organiques animales, la coagulation partielle des matières albuminoïdes et le mélange physique d'une certaine quantité d'une substance qui s'oppose à la vie des organismes inférieurs me paraissent des raisons suffisantes pour expliquer les faits précédents.

» Dans cette même Note, M. Personne combat la théorie qui attribue à l'acide formique produit dans le dédoublement du chloral, en même temps que le chloroforme, une partie de son action physiologique, théorie que j'ai donnée en l'appuyant sur des faits qui ont fait l'objet de différentes Notes insérées aux *Comptes rendus*. Il est vrai que le formiate de soude, et je l'avais signalé, ne produit pas de phénomène anesthésique même à forte dose; mais le formiate d'éthyle est un puissant anesthésique, et l'on ne peut arguer que cette action tient à la constitution chimique, puisque l'acétate d'éthyle, par exemple, ne la partage pas. Quand le chloral ou le formiate d'éthyle agissent sur l'économie, l'acide formique est produit au sein même du sang, et la coloration spéciale et persistante produite dans ce cas n'est pas sans ressembler à celle que donne l'oxyde de carbone combiné aux globules. Ainsi, le dédoublement du chloral dans l'économie étant incontestable, le trichloracétate de soude qui fournit du chloroforme au sein de l'économie n'ayant pas une action identique à celle du chloral, le formiate d'éthyle étant anesthésique, j'ai conclu de mes expériences : 1° que la durée d'action plus longue du chloral, comparée à celle du chloroforme, était due à la lenteur de l'action chimique; 2° que la différence

(1) *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*, janvier 1874.

dans les phénomènes physiologiques s'expliquait par l'intervention de l'acide formique produit en même temps que le chloroforme et agissant dans des conditions spéciales.

» M. Personne dit également que les urines des individus qui ont ingéré du chloral hydraté réduisent la liqueur cupropotassique. J'ai toujours trouvé, et cela dans des cas très-nombreux, que cette réduction est des plus faibles, moins marquée que celle que produisent les urines avec excès d'acide urique, par exemple; tandis que le chloroforme et surtout le chloral produisent une réduction abondante et rapide, il faut avec le formiate de soude une ébullition prolongée pour amener la formation d'oxydule de cuivre. Dans mes expériences, je n'ai pu retrouver l'acide formique dans les urines que lorsque les doses de chloral administrées avaient été d'au moins 6 grammes chez l'homme, ou bien chez les animaux sacrifiés dans ce but. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'anesthésie produite chez l'homme par les injections de chloral dans les veines* (suite). *Tétanos traumatique traité par les injections. Guérison.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la suite de l'Observation dont je l'ai déjà entretenue (p. 515 de ce volume). Je reviens d'abord, en quelques mots, sur l'état dans lequel je trouvai le malade avant la troisième injection de chloral, c'est-à-dire au point où s'arrêtait ma précédente Communication.

» Le 11 février, à 9 heures du matin, le malade est dans une sorte de coma. Il paraît abattu et répond mal aux questions qu'on lui adresse. La contracture des mâchoires est plus prononcée que la veille, ainsi que l'opisthotonos; il présente des crises convulsives, assez fréquentes et prolongées. C'est alors que je me décide à faire une troisième injection de 10 grammes de chloral, qui est suivie du même calme, du même sommeil, de la même anesthésie que les précédentes. Je l'ai revu à midi, 3 heures, 7 heures, 9 heures. A minuit, il était notablement mieux; le pouls et la respiration offraient leur rhythme normal. Je me hâte de dire que j'ai profité des rares moments où le sommeil semblait disparaître pour faire prendre des potages au tapioca.

» Le 12 février, la nuit a été très-bonne; le malade est calme; le facies n'est plus abattu; les membres inférieurs sont devenus souples, ainsi

que les parois abdominales. Le malade a uriné abondamment. L'amélioration est si manifeste, pour tous ceux qui ont suivi ma visite, que je ne crois pas devoir renouveler l'injection, et que je me contente de prescrire une potion avec 4 grammes de bromure de potassium.

» Le 13 février, la nuit a été mauvaise; le malade a été tourmenté par des crises fréquentes de suffocation, occasionnées par une contracture violente des parois de la poitrine. Je crus devoir recourir à une quatrième injection; mais, au moment où j'introduisais la canule dans la veine, il fut pris d'une crise de suffocation, accompagnée de cyanose, qui dura près de cinq minutes.

» Je jugeai prudent de m'abstenir, et je prescrivis, pendant les deux jours qui suivirent, 28 grammes de chloral dans 120 grammes de sirop de Tolu, qui furent donnés par l'estomac. Cette dose, très-élevée, amena seulement de la somnolence, sans produire de modification dans l'état des phénomènes tétaniques. La moindre pression exercée sur la surface du corps suffisait, en effet, pour déterminer des mouvements réflexes. Le dégoût, d'une part, et la fatigue que cette substance amena du côté de l'estomac me firent en suspendre l'emploi.

» Du reste, à partir de ce moment, le malade, auquel on avait imprudemment enlevé un gilet de laine, sans le remplacer, fut atteint d'une *bronchite aiguë*, contre laquelle je dus lutter avec d'autant plus d'énergie, que les phénomènes de contracture des parois thoraciques semblaient dominer tous les autres phénomènes tétaniques. Le kermès, combiné à l'acétate d'ammoniaque à haute dose et à la belladone, firent tous les frais du traitement. J'employai aussi l'opium, à la dose de 15 centigrammes par jour pendant trois jours; il amena de la fatigue, et je fus obligé d'y renoncer. Je restai alors, tout en combattant les accidents bronchiques, témoin de phénomènes convulsifs qui semblaient s'atténuer de jour en jour. La contracture n'était plus, en effet, un état permanent; elle revenait au contraire par crises de courte durée, portant tantôt sur les membres inférieurs, tantôt sur les parois abdominales, tantôt sur les muscles des lombes, du cou ou des mâchoires: elle cessait presque aussitôt pour faire place au relâchement; quoi qu'il en soit, j'étais disposé à recourir aux injections, si elles devenaient nécessaires. Il n'en a pas été ainsi, et, aujourd'hui, 28 février, le malade est en pleine convalescence: il s'asseoit dans son lit, peut se coucher indifféremment sur le côté droit et le côté gauche; les membres inférieurs, ainsi que les parois thoraciques et abdominales, ont repris leur souplesse habituelle; le sommeil est bon, l'appétit revenu: le malade a pu

commencer à manger des aliments solides; toutes les fonctions s'accomplissent, du reste, avec une parfaite régularité. Il a même demandé à rentrer dans sa famille, ce que j'ai refusé d'accorder par excès de précaution.

» Trois conséquences découlent de ce fait :

» 1° *L'innocuité des injections intra-veineuses de chloral.* Nous n'avons pas observé chez ce malade la plus légère trace de phlébite; il y a eu un petit abcès, à forme spéciale, qui s'est produit à la partie inférieure de l'avant-bras droit, par suite de la pénétration du chloral dans le tissu cellulaire.

» Mes expériences sur quatre animaux m'ont appris qu'il en est toujours ainsi, quand la dose est élevée. Cela conduit à cette conclusion importante pour le clinicien, que la méthode sous-cutanée constitue la voie la plus défectueuse pour l'administration du chloral. Si la quantité injectée dans le tissu cellulaire est faible, elle sera absorbée sans produire d'accidents locaux, mais aussi sans produire aucun résultat sur l'organisme. Si, au contraire, elle est élevée, elle amène des abcès : dans le premier cas, elle est inutile; dans le second, elle est nuisible.

» 2° Une seconde conséquence se tire de l'insensibilité absolue, si rapide et si longue, que produit cette substance lorsqu'elle est mise *immédiatement en contact avec le sang;* j'en ai déjà parlé, je n'y reviendrai pas.

» 3° L'hydrate de chloral *administré par la voie veineuse* a triomphé rapidement des accidents tétaniques. Trois injections de 10 grammes, répétées pendant trois jours, à vingt-quatre heures de distance, ont déterminé avec le sommeil *la paralysie complète de la sensibilité et de la motilité.* Du reste, ces phénomènes, présentés par le malade, ne sont que la reproduction fidèle de ceux que j'avais observés dans mes nombreuses recherches. Aussi puis-je affirmer que l'expérience clinique a confirmé, de tous points, l'expérience du laboratoire. L'importance de cette affirmation ne saurait passer inaperçue, car elle démontre une fois de plus, avec la possibilité de conclure de l'animal à l'homme, les ressources immenses que la Physiologie expérimentale peut fournir au clinicien et au thérapeutiste.

» Mais ce qui est surtout digne de remarque, et j'insiste particulièrement sur ce point, c'est *la faible quantité de chloral* qu'il a fallu employer pour amener un résultat favorable. On avait objecté à la méthode des injections intra-veineuses « que les tétanos qui guérissent par cette substance durent » en moyenne vingt-cinq jours, qu'il faut, pour maintenir le malade dans la » narcose, revenir au chloral cinq ou six fois par jour, et qu'il ne serait » pas pratique de faire cinq ou six injections chaque jour, pendant vingt-» cinq jours. » On n'a pas pris garde, en faisant cette objection, que, par

le fait seul de la pénétration *directe* dans les vaisseaux, l'action physiologique du chloral est, en quelque sorte, *décuplée*, et que les effets qu'il produit sur l'organisme sont alors plus rapides, plus sûrs et plus durables. Mes expériences sur les animaux l'avaient prouvé : l'observation de ce malade le démontre d'une manière encore plus péremptoire. Il a suffi, en effet, de trois injections de 10 grammes de chloral pour enrayer les accidents tétaniques. Ce qu'il faut pour guérir le tétanos, ce n'est pas de maintenir le malade dans la narcose pendant vingt-cinq jours, mais de *sidérer* le pouvoir réflexe de la moelle, trop exalté par l'état morbide, au point de le ramener promptement à son état physiologique, et d'empêcher, par suite, la contracture musculaire de devenir générale. C'est là ce que fait le chloral, *mais seulement s'il est administré par la voie veineuse*. Il est impossible d'en douter, quand on a été le témoin de mes expériences et du fait qui précède. Le pouvoir réflexe subit, dans cette circonstance, que l'on me permette cette comparaison, un phénomène analogue à celui que l'on désigne en Chirurgie sous le nom de *choc*. Aussi, pendant les jours qui suivirent la dernière injection, ce pouvoir semblait-il, en quelque sorte, se réveiller; mais ce réveil fut toujours de courte durée, car il provoqua des crises de contracture tout à fait passagères.

» Mais, pour que le chloral injecté dans les veines enraye les phénomènes tétaniques, il faut que la dose administrée soit assez élevée pour *paralyser presque immédiatement l'action réflexe de la moelle et amener momentanément la paralysie complète du mouvement et de la sensibilité*. La dose de 10 grammes à chaque injection m'a paru suffisante pour amener ce résultat. »

MÉDECINE. — *Sur l'œdème aigu angioleucitique;* Note de M. **Quinquaud**.

« Au point de vue anatomique, cette affection est caractérisée par une phlegmasie des vaisseaux lymphatiques; indépendamment de la lymphangite funiculaire, on voit coexister celle des réseaux. En certains points, apparaissent des foyers purulents, séparés par du tissu œdématié (angioleucite nodulaire). Par places, se montrent des phlyctènes remplies de sérosité albumineuse et de quelques leucocytes; au-dessous, se rencontrent des plaques gangréneuses d'un brun violacé. Ces plaques, exclusivement cutanées et séparées par du tissu à peu près sain, sont produites par une infiltration purulente et fibrineuse du derme seul.

» Le tableau clinique est celui d'une affection fébrile : au début, frissons pendant trois à quatre jours de suite; état gastrique; température rec-

tale, 39°,5 à 40 degrés, pendant huit à dix jours; pouls à 100 ou 110. Bien que le mouvement fébrile soit intense, l'état général reste satisfaisant; l'adynamie est exceptionnelle.

» Parmi les phénomènes locaux, je signale le gonflement avec rougeur légère; les membres où siége la lésion ont triplé de volume. Il semble, au premier aspect, qu'on ait affaire à un phlegmon diffus; mais on ne rencontre ni marbrures, ni sphacèle du tissu cellulaire: il n'existe pas trace d'érysipèle.

» Par le toucher, on ne sent pas de vraie induration, mais plutôt de la rénitence. Après dix à douze jours, la fièvre cesse, l'œdème disparaît; bientôt il ne reste plus que des abcès, qui souvent se résorbent, et des plaies consécutives à la chute des escarres cutanées. La guérison est la règle, la mort l'exception.

» Le traitement consiste en bains prolongés, en toniques de toute nature et en applications émollientes. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la formation des pierres chez les Écrevisses.* Note de M. **Chantran**, présentée par M. Ch. Robin.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 27 janvier 1873 (1), une Note relative à la régénération des yeux de l'Écrevisse, et j'ai annoncé que des expériences nouvelles étaient entreprises au Collége de France, dans le laboratoire d'Embryogénie comparée, sur les concrétions calcaires connues dans l'ancienne Pharmacopée sous le nom d'*yeux d'Écrevisse*. Je viens aujourd'hui faire connaître à l'Académie les résultats de mes recherches à ce sujet.

» Ces concrétions calcaires se développent entre la paroi propre de l'estomac et la tunique caduque qui tapisse intérieurement cet organe, dans un lieu d'élection en rapport avec les corps glanduleux qui descendent de la base des antennes, et que Batké désigne sous le nom de *glandes salivaires*. Ces glandes, d'après Lereboullet, ne sauraient servir à la sécrétion de la salive, attendu qu'elles ne communiquent pas avec la cavité digestive. Elles n'ont, en effet, avec l'estomac, comme je l'ai constaté de mon côté, que des rapports de contiguïté.

» Quelle peut donc être leur fonction? C'est ce qu'il m'a été jusqu'ici impossible de déterminer. Ce que je puis dire, sans vouloir pour le moment

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 240.

en tirer des conséquences, c'est que ces organes, dans la période de la mue, pendant que la pierre se forme et jusqu'à sa complète résorption, subissent des modifications notables qui n'ont point encore été signalées. J'ai constaté que, pendant la formation des concrétions calcaires, ces organes sont plus turgescents et ont toujours des teintes plus vives qu'à toute autre époque de la vie de l'animal; qu'ils sont plus étroitement appliqués sur l'estomac dans les points qu'occupent les pierres, et qu'ils conservent l'empreinte de ces pierres comme si elles leur avaient servi de moule. J'ai constaté aussi que l'espèce de sinus annexé à ces glandes s'emplit alors d'un liquide qui le distend, et que, ce liquide disparaissant à la suite de la mue, les parois du sac s'affaissent sur la glande. Ce liquide, ainsi que l'a constaté M. Ch. Robin, se coagule comme le sang et en renferme les globules. Enfin j'ai vu que la couleur des glandes varie d'un individu à l'autre, et qu'il y a un certain rapport entre leur coloration et celle des pierres : ainsi, quand elles sont très-vertes, les pierres sont bleues, et quand elles sont vert opaque, les pierres sont blanches.

» L'enveloppe tégumentaire de l'Écrevisse qui vient d'éclore étant sans résistance et membraneuse, on pouvait en inférer que le jeune animal est dépourvu à la naissance des masses calcaires qui contribuent à durcir cette enveloppe. Les pierres, en effet, d'après ce que j'ai pu voir, ne se forment qu'à partir du troisième ou quatrième jour après la sortie de l'œuf, et elles n'ont atteint tout leur volume que vers le dixième jour, époque où le premier changement de carapace se fait. Dans le cas dont il s'agit, ce serait donc de cinq à six jours qu'elles mettraient à se développer; mais, à mesure que l'animal grandit et que les mues se succèdent, la période de formation a une plus longue durée.

» J'ai dit ailleurs que, la première année, l'Écrevisse subit huit mues; la deuxième année, cinq à six; la troisième trois; les années suivantes, les mâles en subissent deux et les femelles une seule. Comme chaque mue entraîne la formation des masses calcaires, c'est donc huit fois, dans le premier âge, que l'Écrevisse refait ses pierres, cinq à six fois dans le deuxième âge, trois fois dans le troisième et deux fois ou une seule, selon le sexe, dans les âges suivants. J'ajouterai que cette formation précède, en moyenne, de dix jours chacune des mues de première année; de quinze jours celles de deuxième année; de vingt-cinq jours, celles de troisième année, et de quarante jours celles des années suivantes, quel qu'en soit le nombre.

» La durée de la période de dissolution et de résorption des pierres, à la suite d'une mue normale, varie aussi selon l'âge de l'individu; ainsi, tandis

qu'elle n'est que de vingt-quatre à trente heures chez les jeunes qui viennent de se débarrasser de leur première ou de leur seconde carapace, elle est de soixante-dix à quatre-vingts heures chez les adultes.

» Il arrive assez fréquemment que les corps calcaires, probablement par suite d'une altération des liquides de l'estomac, ou par toute autre cause, ne se dissolvent pas et s'altèrent : de bleus ou blancs qu'ils devraient être, ils sont bruns ou gris. Dans ces cas, la nouvelle enveloppe reste molle et l'animal ne tarde pas à mourir. Il arrive aussi que les pierres s'arrêtent à un certain degré de formation, sans atteindre leur volume normal; c'est ce que j'ai vu assez souvent dans les mois d'octobre et de novembre. Toutes les fois que cet état se produit, la mue est entravée et même rendue impossible, et l'Écrevisse meurt. Elle meurt aussi lorsque, par une action mécanique, ou par suite d'adhérences normales, les pierres ne deviennent pas libres. C'est, par exemple, ce qui arrive toutes les fois que la membrame épidermique est entraînée par la mue.

» Les pierres se développant, comme je l'ai dit plus haut, entre les deux tuniques qui composent les parois de l'estomac, on s'explique comment, par suite de la mue, on les rencontre dans la cavité même de ce viscère. La membrane épidermique qui contribuait à les maintenir en place étant éliminée avec l'enveloppe extérieure, elles deviennent libres et mobiles et se trouvent naturellement dans la cavité de l'estomac.

» Ce que je viens de dire des Écrevisses se passe aussi chez les Homards, avec cette différence que les corps calcaires, au lieu de former un tout compacte, sont constitués par deux masses de petits prismes oblongs, tronqués, déprimés, les uns indépendants, les autres reliés entre eux par un filament excessivement ténu. »

M. A. **Blouin** adresse une nouvelle Note concernant les essences de pétrole.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. H. Sainte-Claire Deville.

M. **Ch. Sainte-Claire-Deville**, en présentant à l'Académie un ouvrage de M. *A. Pomel*, intitulé « Description des animaux fossiles de la province d'Oran, *Zoophytes;* 5e fascicule, *Spongiaires* », s'exprime comme il suit :

« Ce travail fait partie d'une œuvre plus générale : la carte géologique de la province d'Oran, confiée par le Gouvernement à MM. Rocard, Pouyanne et Pomel. Ce volume contient 256 pages de texte in-4° et 18 planches, dessinées, d'après nature, avec talent par l'une des filles de

l'auteur. Deux autres volumes de cette grande publication sont commencés, dont l'un presque entièrement terminé, comme j'ai pu m'en convaincre lors de mon récent passage à Oran, où j'ai visité les belles collections réunies par M. Pomel. L'auteur a déjà publié à part quelques extraits de son *explication* de la carte géologique, et spécialement une description des environs de Milianah avec coupe géologique. J'ai pu d'ailleurs, dans une excursion faite en sa compagnie autour d'Oran, apprécier la netteté de ses idées sur les nombreuses formations qui s'y observent.

» Je suis sûr d'être ici l'interprète de tous les amis de la science, en émettant le vœu que M. le Gouverneur général actuel de l'Algérie, si sympathique à tous les progrès de notre belle colonie, continue à laisser M. Pomel donner tout son temps à une œuvre aussi considérable, destinée assurément à faire honneur à ses auteurs comme à ses protecteurs.

» M. Pomel, délégué à l'Exposition universelle de Vienne, a adressé au Conseil général d'Oran un *Rapport sur l'exposition de l'Algérie*, que je présente aussi, en son nom, à l'Académie. »

M. **Élie de Beaumont** appuie les observations de M. Charles Sainte-Claire Deville, et exprime de même le désir que M. Pomel puisse continuer ses travaux sur la constitution géologique de l'Algérie, et ne pas interrompre une publication qui joint à son mérite scientifique celui d'une grande difficulté vaincue. Le volume publié par M. Pomel se termine par les lignes suivantes :

« C'est un total de cent-vingt-cinq espèces, qui constitue une faune très-analogue à celle des terrains crétacés moyen et supérieur, mais qui a également des caractères propres. Ce sont surtout les Épitrétidés qui dominent, puis les Diatrétidés; les Titano-Sclérés, au contraire, y sont rares et en décroissance manifeste, bien plus encore que les Dictyoscléroses. Un géologue peu familiarisé avec les facies lithologiques algériens, tombant sur un pareil gisement, n'aurait pas hésité à se déclarer en plein terrain crétacé, tandis qu'il ne se serait simplement trouvé qu'en présence de la partie inférieure des terrains miocènes. Les genres les mieux pourvus sont : *Laocœtis, Pleurophymia*, mais surtout *Jerea, Jereopsis*, et même *Meta*, tous à facies éminemment crétacé ; puis *Allomera*, qui est plus particulier. Du reste, toutes les espèces sont à peu près incontestablement spéciales. »

» Ces intéressantes observations, ajoute M. le Secrétaire perpétuel, considérées d'un point de vue général, me paraissent de nature à être rapprochées de celles de MM. Agassiz et de Pourtalès, qui ont annoncé, dans les profondeurs de l'océan Atlantique, voisines des côtes des États-Unis, l'existence actuelle d'une faune d'animaux inférieurs analogue à celle du terrain jurassique. Elles témoignent de l'initiative originale dont l'auteur a donné fréquemment des preuves. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie un « appareil homolographique », destiné à substituer aux opérations habituelles de la topographie des procédés purement mécaniques, imaginé par MM. *Peaucellier* et *Wagner,* officiers supérieurs du Génie, s'exprime comme il suit :

« L'instrument que je suis chargé de soumettre à l'examen de l'Académie, et qui est décrit dans le Mémoire que je dépose, offre le grand avantage de permettre, au moyen d'une simple visée sur une stadia à deux branches, de piquer mécaniquement sur une planchette la position horizontale du point occupé par la mire dans un rayon de 140 mètres et d'en lire immédiatement l'altitude. Il fournit donc à la fois la projection horizontale et le nivellement.

» Il est également propre aux opérations topographiques exécutées en station et aux cheminements. La rapidité avec laquelle cet instrument permet d'opérer est telle, qu'en terrain découvert on a pu effectuer, par séance de six heures, le lever de 8 hectares; tandis qu'avec les procédés actuels on n'en eût obtenu que deux sur le même terrain.

» Ces seuls résultats suffisent pour donner une idée des services que peut rendre un pareil instrument, à un moment où il est question de refaire ou de compléter les opérations du cadastre. Le Comité des fortifications a tellement apprécié l'utilité de l'homolographe de MM. Peaucellier et Wagner, qu'il a accordé à ces savants officiers le premier prix d'encouragement offert chaque année aux officiers du Génie par le Ministre de la Guerre. »

M. le général **Morin** présente à l'Académie la cinquième livraison du tome III de la « Revue d'Artillerie publiée par le Ministère de la Guerre. » Ce numéro contient :

1° La suite et la fin de l'important travail de M. le capitaine *Jouffret*, sur l'établissement des tables de tir;

2° Une analyse des modifications récemment introduites dans le matériel d'artillerie allemand, par M. le capitaine *Colard*.

3° La traduction, faite par M. le capitaine *Muzeau*, d'un Mémoire de M. le major Müller, de l'artillerie allemande, sur l'état de la question du métal à canons.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 FÉVRIER 1874.

(SUITE.)

La crise financière et l'organisation du travail pendant l'hiver 1871. *Recherches sur la situation actuelle du travail des ouvriers de la vigne; par* C. SAINT-PIERRE. Montpellier, typ. Boehm et fils, 1870; br. in-8°.

Nouvelles expériences sur les combustions respiratoires. Oxydation du sucre dans le système artériel; par ESTOR *et* SAINTPIERRE. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1873; br. in-8°.

Analyse des gaz du sang. Comparaison des principaux procédés. Nouveaux perfectionnements; par MM. ESTOR *et* SAINTPIERRE. Montpellier, Coulet; Paris, J.-B. Baillière, 1872; br. in-8°.

Recherches du Phylloxera sur les racines des vignes sauvages dites Lambrusques; *par* C. SAINTPIERRE. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1872; opuscule in-8°.

Note sur les vins qui résistent au collage et sur le moyen de les clarifier; par C. SAINTPIERRE. Montpellier, imp. centrale du Midi, sans date; opuscule in-8°.

Nouvelle série d'expériences pour l'étude des engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne; par C. SAINTPIERRE. Montpellier, 1872; opuscule in-8°.

Note sur les engrais chimiques appliqués à la culture de la vigne. Expériences agricoles faites en 1871 *par* M. C. SAINPIERRE. Montpellier, imp. centrale du Midi, 1871; br. in-8°.

Étude médico-légale à propos d'un cas de fracture du crâne par un coup de bâton sur le vertex; par MM. E. MASSE *et* C. SAINTPIERRE. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Action de l'acide nitrique sur le chromate de plomb. Dosage du sulfate de plomb contenu dans les chromates de plomb; par E. DUVILLIER. Lille, imp. L. Danel, 1873; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MARS 1874.

Paléontologie ou Description des animaux fossiles de la province d'Oran; par A. POMEL, avec planches lithographiées, sous sa direction, par Mlle A.

POMEL, pour servir à l'explication de la carte géologique de la province, exécutée par ordre du Gouvernement par MM. ROCARD et POUYANNE, ingénieurs, et POMEL, garde-mines : *Zoophytes*, 5e fascicule, *Spongiaires*. Oran, typ. et lith. A. Périer, 1872; in-4°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Conseil général du département d'Oran. L'Algérie à l'Exposition universelle de Vienne (Autriche), 1873. Rapport fait au Conseil général par A. POMEL. Oran, imp. A. Dupont, 1873; in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Herbier. Collection des plantes médicinales indigènes; par M. Ch. FOURCADE. Luchon, typ. de J.-B. Champol, 1872; in-folio.

Traité du développement de la fleur et du fruit; par H. BAILLON, liv. 4. Paris, V. Masson, 1874; in-8°. (2 exemplaires.)

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 5e liv., février 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

R. CARLOTTI. *Du mauvais air en Corse. Ses causes, son action, moyens d'assainissement.* Ajaccio, imp. Leca, 1869; br. in-8°. (Présenté par M. Ch. Sainte-Claire Deville.)

Procédé de P. A. TONNONI *pour améliorer les espèces et la culture du froment.* Rimini, 1874; br. in-8°.

Elementi di Geometria di Fr. RAPISARDI. Milano, V. Emues, 1874; 1 vol. in-8°.

Intorno l'efficacia particolarmente anticolerica del sulfuro nero di mercurio, etc., dal Dr S. CADET *e* A. CALANDRELLI. Roma, tip. di G. Via.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1873.)

Tome LXXVII, page 949, ligne 23, *au lieu de* Mahonia, *lisez* Berbéris.

(Séance du 16 février 1874.)

Pages 463 et 465, dans les équations (I), (II) et (III), *au lieu de* $\sum \frac{dU}{dt} \delta t$, *lisez* $\sum \frac{dU}{de} \delta e$.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1874.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Thermomètres du jardin. Maxima.	Thermomètres du jardin. Moyennes.	Thermomètres du pavillon. Minima.	Thermomètres du pavillon. Maxima.	Thermomètres du pavillon. Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	Température moyenne du sol à 0m,10.	Température moyenne du sol à 0m,30.	Température moyenne du sol à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T' — t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o				
1	766,8	-2,9	9,3	3,2	-2,7	9,1	3,2	-0,8	4,4	4,4	4,2	6,3	2,2	6,0	84	»	1,0
2	65,6	4,5	6,6	5,6	4,5	6,7	5,6	1,5	4,5	4,9	4,7	6,2	1,1	4,8	70	»	0,0
3	65,5	4,1	6,3	5,2	4,1	6,3	5,2	0,9	4,2	4,7	4,7	6,2	1,2	4,8	72	»	0,0
4	68,9	2,9	5,7	4,3	3,4	5,8	4,6	0,8	3,9	4,6	4,7	6,2	1,4	4,9	83	»	0,0
5	69,5	-3,0	8,6	2,8	-2,9	8,1	2,6	-1,7	1,6	2,9	3,9	6,2	5,2	4,0	80	»	0,0
6	66,6	-3,6	7,5	2,0	-3,0	7,2	2,1	-2,9	0,9	1,9	3,1	6,1	5,8	3,7	77	»	3,0
7	63,9	-4,9	4,2	-0,4	-4,9	4,9	0,0	-5,3	0,5	1,4	2,4	5,9	2,4	4,1	81	»	0,0
8	57,2	1,9	9,3	5,6	1,9	9,5	5,7	0,8	3,0	3,1	2,8	5,6	1,9	4,8	76	»	4,5
9	62,3	-2,8	5,4	1,3	-2,7	5,1	1,2	-3,7	1,2	2,0	2,7	5,4	4,2	3,2	67	»	0,0
10	67,7	(a)	(a)	-3,4	(a)	(a)	-3,3	-7,6	-0,4	0,9	2,2	5,3	7,0	2,5	67	»	3,5
11	66,1	-8,8	1,1	-3,9	-8,7	0,3	-4,2	-8,3	-0,6	0,3	1,5	5,2	6,4	2,0	63	»	0,5
12	60,7	-6,6	6,3	-0,2	-6,6	6,1	-0,3	-4,2	-0,3	0,7	1,2	5,0	2,1	3,7	72	»	3,0
13	61,3	1,8	11,4	6,6	2,4	11,4	6,9	3,3	3,0	1,8	1,5	4,8	3,8	5,4	74	»	7,0
14	55,4	4,0	13,2	8,6	3,8	12,7	8,3	4,9	5,4	4,6	3,0	4,6	3,9	5,2	64	»	11,0
15	46,7	5,8	11,8	8,8	6,0	11,5	8,8	4,7	6,0	5,6	4,2	4,7	2,5	6,7	84	»	10,0
16	48,7	5,1	9,8	7,5	5,1	9,5	7,3	2,8	5,7	5,7	4,7	4,9	1,1	6,6	91	»	11,0
17	41,3	4,9	8,2	6,6	4,7	8,5	6,6	1,4	4,9	5,4	4,9	5,2	0,6	6,0	91	»	16,0
18	47,8	1,3	9,6	5,5	1,5	8,9	5,2	1,1	3,7	4,4	4,5	5,4	3,6	4,9	83	»	11,0
19	54,8	0,1	6,7	3,4	0,1	6,6	3,8	-0,5	2,7	3,5	4,0	5,4	4,8	4,2	75	»	4,0
20	60,5	-0,9	6,0	2,6	-0,7	6,0	2,7	-1,4	2,2	2,9	3,4	5,4	3,0	4,5	86	»	0,5
21	58,2	-2,5	5,7	1,6	-2,5	5,7	1,6	-2,5	2,1	2,7	3,1	5,3	2,7	4,5	91	»	0,0
22	53,2	-0,2	8,7	4,3	0,1	8,6	4,4	-0,2	3,5	3,7	3,4	5,2	2,9	4,7	77	»	3,5
23	54,1	2,9	9,8	6,4	3,0	9,6	6,3	1,4	3,7	4,2	3,9	5,2	1,3	4,9	77	»	10,5
24	55,9	0,5	11,1	5,8	0,6	10,4	5,5	0,6	4,2	4,3	4,0	5,2	2,2	5,4	82	»	1,5
25	51,6	2,2	9,1	5,7	2,3	8,9	5,6	0,4	4,5	4,9	4,4	5,0	3,7	5,0	77	»	3,5
26	42,3	2,3	13,6	7,9	2,1	13,4	7,8	2,7	6,0	5,5	4,6	5,4	2,4	5,3	60	»	3,0
27	43,2	(a)	(a)	8,5	(a)	(a)	8,5	3,5	7,1	6,8	5,5	5,5	1,1	6,8	82	»	14,5
28	55,8	5,4	11,1	8,3	5,9	11,3	8,6	3,0	6,5	6,7	5,9	5,7	2,7	5,8	80	»	6,0
29	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
31	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		»
Moy.	757,6	-0,5	8,1	4,3	-0,7	7,9	4,3	-0,2	3,4	3,7	3,7	5,4	3,0	4,8	77	»	4,6

(*a*) La marche de la température ayant été continuellement descendante, la moyenne diurne a été déduite des quatre observations faites à intervalles égaux.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Févr. 1874.

Dates.	Magnétisme terrestre.			Pluie.		Évaporation (1).	Vents.			Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
	Déclinaison moyenne.	Inclinaison moyenne.	Intensité.	à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.		Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.		
	° '	° '		mm	mm	mm		k			
1	17.29,4	65.34,9	»	»	»	1,5	NNE	5,3	NNE	9	Léger brouill. et rosée le matin.
2	28,1	37,2	»	»	»	2,5	NE	4,6	NNE	10	Brumeux le mat. Lueur auror.
3	27,1	38,2	»	»	»	2,0	NO-NE	3,0	NNE	10	Brumes élevées.
4	31,1	32,0	»	»	»	1,2	NNE	7,7	NNE	7	Fortes perturb. magnétiques.
5	26,1	30,1	»	»	»	0,7	NNE	1,1	»	1	Givre épais. Orage magnét. le s.
6	26,2	31,5	»	»	»	0,6	SSO	0,8	»	0	Id. Tr.-beau l'ap. midi.
7	27,5	31,6	»	»	»	2,0	SO-NO	1,1	»	8	Brumeux.
8	27,7	35,1	»	1,5	1,4	0,9	O-NNE	9,3	NO	8	Pluv. Vent s'élève vers 3h 30m s.
9	26,4	33,7	»	0,0	0,0	2,2	NO	3,7	»	5	Givre mat. Qq. floc. de neige le s.
10	28,3	32,0	»	0,0	0,0	1,2	NE	11,8	N	2	Floc. de neige le mat. Rafales de NE.
11	26,1	32,3	»	»	»	1,0	E	3,3	»	2	Encore qq. rafales de l'E.
12	25,8	34,7	»	0,2	0,2	0,9	SSE	3,9	SSO	8	Petite pluie à midi. Lueur aur.
13	26,8	32,8	»	»	»	3,5	S	13,6	SO	8	Plaques aurorales le soir.
14	24,8	31,4	»	»	»	4,3	S	16,0	SSO	7	Id.
15	27,4	27,0	»	1,8	1,6	2,6	SSO	12,9	SSO	8	Contin. pluv., qq. bourrasq.
16	25,9	25,7	»	1,4	1,2	1,1	SSO	11,0	SSO	10	Pluie modér. le jour, plaq. aur.
17	24,9	24,4	»	5,8	5,2	1,1	SSO	14,1	SSO	8	Contin. pluv., raf. et plaq. aur.
18	25,9	27,9	»	0,9	0,6	1,1	OSO	6,0	O	7	Temps var. Pluie vers 3h soir.
19	25,4	27,2	»	»	»	2,1	NO	7,3	N	4	Faible gelée blanche le matin.
20	23,5	27,3	»	0,1	0,1	0,9	N	4,4	N	5	Gelée blanche le matin.
21	24,3	26,3	»	0,4	0,3	0,5	NNO	2,6	»	10	Id. brouillards.
22	24,8	28,7	»	0,3	0,2	2,2	SSO	6,2	NNO	9	Pluv. le s. et le lendemain mat.
23	24,7	27,7	»	»	»	1,9	SO	6,0	OSO	8	A 6h soir, bolide très-brillant.
24	25,5	27,6	»	»	»	1,2	variable.	2,3	»	8	»
25	24,8	30,0	»	»	»	1,6	SE	2,2	S	8	»
26	24,9	28,2	»	0,4	0,3	5,4	SSE	11,8	SSO	10	Rafales. Pluie commence à 3h s.
27	25,3	26,3	»	1,1	0,5	2,9	SO-ONO	8,3	SSO-NO	10	Contin. pluvieux. Halo lunaire.
28	25,0	25,6	»	6,4	5,9	1,4	variable.	4,4	NO-SO	8	La pluie cesse au point du jour.
Moyen. ou totaux.	17.26,2	65.30,3	»	20,3	17,5	50,5		6,6		7,1	

(1) L'évaporomètre Piche, usité d'ordinaire, a été remplacé pendant les gelées par une surface de 2 décimètres carrés de terre tamisée et saturée d'eau. (Glace les 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 20 et 21.)

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — FÉVR. 1874.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	757,29	757,76	757,56	756,82	757,25	757,48	757,39	757,37 (1)
Pression de l'air sec	752,64	752,83	752,56	751,96	752,44	752,72	752,67	752,58 (1)
	o	o	o	o	o	o	o	o
Thermomètre à mercure (jardin) (a)	2,01	3,36	6,30	6,99	4,90	3,64	2,59	3,95 (1)
» (pavillon)	1,95	3,42	6,33	6,95	4,91	3,68	2,65	3,96 (1)
Thermomètre à alcool incolore	1,88	3,15	6,01	6,71	4,74	3,48	2,48	3,78 (1)
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	1,19	9,55	17,48	13,68	4,30	»	»	9,24 (2)
Thermomètre incolore dans le vide, t	1,14	5,43	10,98	9,56	4,26	»	»	6,27 (2)
Excès (T' — t)	0,05	4,12	6,50	4,12	0,04	»	»	2,97 (2)
Températ. du sol à 0m,02 de profondr.	2,54	2,76	4,02	4,46	3,94	3,44	2,97	3,37 (1)
» 0m,10 »	3,31	3,21	3,61	4,10	4,25	4,05	3,76	3,73 (1)
» 0m,20 »	3,95	3,87	3,81	3,99	4,23	4,30	4,25	4,06 (1)
» 0m,30 »	3,66	3,57	3,53	3,56	3,68	3,80	3,81	3,67 (1)
» 1m,00 »	5,45	5,45	5,46	5,46	5,45	5,45	5,45	5,45 (1)
Tension de la vapeur en millimètres	4,65	4,93	5,00	4,86	4,81	4,76	4,72	4,79 (1)
État hygrométrique en centièmes	85,1	82,4	68,1	63,5	72,8	77,7	83,4	77,4 (1)
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	7,1	0,7	2,5	1,1	5,0	0,8	0,3	t. 17,5
» (à 0m,10 du sol)	7,7	0,9	2,9	1,4	5,9	1,0	0,5	t. 20,3
Évaporation totale en millimètres	»	»	»	»	»	»	»	t. 50,5
Vit. moy. du vent par heure en kilom.	5,1	6,3	8,8	9,5	7,8	4,9	5,2	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	1,18	0,23	0,83	0,37	1,67	0,27	0,10	»
Évaporation moyenne par heure	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique 65° +	28',8	28',9	30',3	32',1	31',9	30',7	30',1	30',3 (1)
Déclinaison magnétique 17° +	24,8	23,7	29,6	30,7	27,0	24,0	23,3	26,2 (1)

Tempér. moy. des maxima et minima (parc) .... 4°,3
» » (pavillon du parc) 4,3
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie). 5,5

(a) *Température moyenne diurne calculée par pentades :*

Janvier 31 à Février 4	4°,5	Février 15 à 19	5°,2
Février 5 à 9	1,7	» 20 à 24	3,4
» 10 à 14	1,7	» 25 à Mars 1er	6,8

(1) Moyenne des observations de 6 heures du matin, midi, 6 heures du soir et minuit.

(2) Moyenne des observations de 6 heures et 9 heures du matin, midi, 3 heures et 6 heures du soir.

N° 9.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 Mars 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 9.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

—

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 10 (9 Mars 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

—

1874.

La Planche annoncée dans le Mémoire de M. Draper

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Note sur la théorie de la houle;* par M. **H. Resal.**

« La théorie de la houle a été, dans ces derniers temps, l'objet de savantes et intéressantes recherches; mais il me semble qu'en y faisant usage de coordonnées rectangulaires elle ne doit s'appliquer qu'à des masses d'eau peu étendues, comme celles de la mer Caspienne et des lacs; et, dans ce cas, il peut arriver que la profondeur soit assez grande par rapport aux dimensions de la surface de niveau pour qu'on puisse la supposer infinie, comme on le fait ordinairement. De plus, on fait abstraction de la rotation de la Terre qui, dans certaines oscillations, peut jouer un rôle important.

» Ces différentes hypothèses ne sont plus admissibles quand il s'agit du grand système des mers qui recouvrent environ les deux tiers de la surface du globe. Il faut, en effet, avoir égard à la forme du noyau terrestre et des côtes, admettre que la profondeur reste relativement petite et varie avec la longitude et la latitude. On est alors ramené, en y supposant nul le potentiel dû à l'attraction de la Lune et du Soleil, aux équations des marées établies en premier lieu par Laplace, en transformant en coordonnées polaires les équations de l'Hydrodynamique, et auxquelles je suis arrivé directement il y a une vingtaine d'années, en partant de la théorie des mouvements relatifs.

» Soient

n la vitesse angulaire de la Terre;

ϖ la longitude;

μ le sinus de la latitude;

z, u, v les projections du déplacement d'une molécule primitivement en équilibre sur le rayon, la portion de la méridienne dirigée vers l'équateur et la tangente au parallèle dans le sens de la rotation;

γ la profondeur de la mer.

» Les équations dont il s'agit sont les suivantes:

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2u}{dt^2} - 2n\mu\frac{dv}{dt} = -\sqrt{1-\mu^2}\,\frac{dz}{d\mu},\\ &\frac{d^2v}{dt^2} + 2n\mu\frac{du}{dt} = -\frac{g}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{d\varpi}{dz},\\ &z = \frac{d\gamma u\sqrt{1-\mu^2}}{d\mu} - \frac{d\gamma v}{d\varpi}\,\frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}}. \end{aligned}\right.$$

» Elles sont satisfaites par

$$z = \Sigma A_i \cos it + \Sigma A'_i \sin it,$$
$$u = \Sigma B_i \cos it + \Sigma B'_i \sin it,$$
$$v = \Sigma C_i \cos it + \Sigma C'_i \sin it,$$

A_i, B_i, C_i, A'_i,..., étant définis par les équations

$$B_i = g\,\frac{i\sqrt{1-\mu^2}\,\frac{dA}{d\mu} - \frac{2n\mu}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{dA'_i}{d\varpi}}{i(i^2-4n^2\mu^2)};$$

$$C_i = g\,\frac{-2n\mu\sqrt{1-\mu^2}\,\frac{dA_i}{d\mu} + \frac{1}{i\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{dA'_i}{d\varpi}}{i(i^2-4n^2\mu^2)},$$

$$A_i = \frac{d\gamma B_i\sqrt{1-\mu^2}}{d\mu} - \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{d\gamma C_i}{d\varpi},$$

$$B'_i = g\,\frac{i\sqrt{1-\mu^2}\,\frac{dA'_i}{d\mu} + \frac{2n\mu}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{dA_i}{d\varpi}}{i(i^2-4n^2\mu^2)},$$

$$C'_i = g\,\frac{-2n\mu\sqrt{1-\mu^2}\,\frac{dA'_i}{d\mu} + \frac{i}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{dA_i}{d\varpi}}{i(i^2-4n^2\mu^2)},$$

$$A'_i = \frac{d\gamma B'_i\sqrt{1-\mu^2}}{d\mu} - \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}}\,\frac{d\gamma C'_i}{d\varpi},$$

équations dont les intégrales renfermeront deux fonctions arbitraires de μ et ϖ, qui dépendront des conditions initiales du mouvement en ayant égard à la forme de la partie émergée de la Terre. On voit aussi que le résultat d'un ébranlement, produit en un point déterminé du globe par un phénomène météorologique, ne se traduira pas de la même manière sur tous les points du littoral.

» Les équations (1) se prêtent facilement au cas où l'on voudrait tenir compte d'une résistance fonction de la vitesse. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur un nouveau spiral réglant des chronomètres et des montres;* par M. **Phillips.**

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, dans sa séance du 6 novembre 1871, un résumé des observations faites pendant les sept années précédentes à l'Observatoire de Neuchâtel, sur les chronomètres munis de spiraux à courbes finales théoriques.

» Lors du voyage que j'ai fait à cette époque dans le canton de Neuchâtel, pendant l'automne de 1871, j'ai eu l'occasion de dire à plusieurs des habiles artistes et régleurs du Locle, entre autres à M. Grossmann, directeur de l'École d'Horlogerie, que je pensais qu'on pouvait rendre les spiraux plats encore plus conformes à la théorie et les perfectionner au point de vue de l'isochronisme, en les munissant, en outre de la courbe terminale théorique extérieure, d'une seconde courbe terminale théorique intérieure correspondant à l'autre extrémité du spiral.

» Cette indication a été suivie, et, dès l'année 1872, six chronomètres munis de spiraux à double courbe théorique ont subi les épreuves du concours à l'Observatoire de Neuchâtel. Quoiqu'il s'agisse d'une innovation encore assez récente, il m'a semblé qu'il serait de quelque intérêt pour l'Académie de connaître les résultats des épreuves d'isochronisme, tels qu'ils sont constatés dans le Rapport annuel de 1872, présenté par le Dr Hirsch, directeur de l'Observatoire, à la Commission d'Inspection.

» En voici le résumé :

88 chronomètres à spiral plat, avec une seule courbe terminale théorique extérieure, ont donné une variation diurne moyenne du plat au pendu de........	$1^s,97$
6 chronomètres à spiral plat, avec double courbe théorique, ont donné une variation diurne moyenne du plat au pendu de........	$0^s,67$

» Il n'est peut-être pas inutile de dire que, depuis 1864 où l'emploi des spiraux théoriques a commencé à se répandre dans le canton, la variation

diurne moyenne du plat au pendu, pour l'ensemble de tous les chronomètres qui ont subi les épreuves du concours, a suivi la marche que voici :

	Variation du plat au pendu.
En 1864	8,21 s
1865	6,18
1866	3,56
1867	3,57
1868	2,44
1869	2,43
1870	2,37
1871	1,90
1872	1,99

» Voici maintenant les détails relatifs à chacun des six chronomètres à double courbe théorique :

	Numéros des chronomètres.	Variation diurne moyenne du plat au pendu.
MM. Henri Grandjean et Cie, au Locle.	25782	+0,22 s
Id.	25662	−0,65
Id.	25660	+0,67
MM. Sandoz frères, aux Ponts	43220	−0,02
Id.	43221	+0,13
Id.	44401	+2,32

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dissociation cristalline* (suite); *évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines*; par MM. **P.-A. Favre** et **C.-A. Valson.**

« Lorsqu'on dissout un sel dans l'eau, on reconnaît que les volumes du sel et du dissolvant éprouvent des variations qui sont intimement liées aux actions moléculaires mises en jeu pendant le phénomène. Nous avons déjà présenté précédemment un ensemble de résultats auxquels conduit l'étude de ces variations de volume. Nous donnons aujourd'hui quelques résultats nouveaux en comparant, au point de vue des volumes, les liqueurs salines normales des acides et des bases qui leur donneraient naissance.

» Le tableau suivant renferme les résultats qui se rapportent à un certain nombre d'acides et de bases.

» P désigne le poids de 1 litre d'eau dans laquelle on a fait dissoudre 1 équivalent de chacun des corps. D est la densité de cette liqueur à la température moyenne de 15 degrés, et $V = \frac{P}{D}$ en est le volume.

Tableau I (1).

CORPS mis en dissolution.	P	D	$V = \frac{P}{D}$
KO	1047gr	1,050	997
NaO	1031	1,044	987
AmO	1026	0,994	1032
ClH	1036,5	1,017	1020
BrH	1081	1,052	1028
IH	1128	1,081	1044
SO^4H	1049	1,030	1019
AzO^6H	1063	1,031	1031
$(C^4H^3O^4)H$, acide acétique.	1060	1,009	1051

» Dans le tableau suivant nous inscrivons seulement, pour simplifier, les volumes des liqueurs salines normales, les densités de ces liqueurs ayant été déjà données, pour la plupart, dans nos Communications précédentes :

Tableau II.

	CHLORURES. V	BROMURES. V	IODURES. V	SULFATES. V	AZOTATES. V	ACÉTATES. V
K	1029	1037	1049	1021	1040	1053
Na	1017	1026	1037	1009	1029	1043
Am	1037	1044	1057	1027	1049	1062
Li	1019	1027	1040	1011	1031	»
Ca	1012	1020	1033	»	1023	»
Mg	1012	»	»	1004	»	»
St	1012	1020	1033	»	1024	»
Ba	1014	1022	1036	»	1025	1039
Mn	1012	»	»	1003	»	»
Fe	»	»	1033	1003	»	»
Zn	1012	»	1033	1003	1024	»
Cu	»	»	»	1002	»	»
Cd	1012	1020	1034	»	1024	»
Pb	»	»	»	»	1028	1041
Ag	»	»	»	»	1031	»

» Comparons maintenant les volumes des liqueurs salines normales aux

(1) Les valeurs des densités D inscrites dans le tableau I sont déduites de nos propres expériences ou ont été empruntées aux auteurs les plus dignes de confiance. Nous nous

volumes des liqueurs normales élémentaires. Voici le type du calcul, en prenant pour exemple le sulfate de soude :

Le volume de la liqueur normale renfermant SO^4H est . . .	1019
Celui de la liqueur normale renfermant NaO.	987
La somme est de	2006

» D'un autre côté, faisons dissoudre 1 équivalent de sulfate de soude dans 2000 d'eau, nous aurons :

Volume de la dissolution de SO^4Na.	2009
» » HO (1).	9
Somme.	$4018 = V_1$.

» Si l'on fait un calcul analogue pour les différents sels de potassium, de sodium et d'ammonium, on obtient les résultats contenus dans le tableau suivant :

Tableau III.

	POTASSIUM.			SODIUM.			AMMONIUM.		
	V	V_1	$V_1 - V$	V	V_1	$V_1 - V$	V	V_1	$V_1 - V$
Cl.	2017	2038	21	2007	2026	19	2052	2046	— 6
Br.	2025	2046	21	2015	2035	20	2060	2053	— 7
I.	2041	2058	17	2031	2046	15	2076	1066	—10
SO^4.	2016	2030	14	2006	2018	12	2051	2036	—15
AzO^6.	2028	2049	21	2018	2038	20	2063	2058	— 5
$C^4H^3O^4$. . . .	2048	2062	14	2038	2051	13	2082	2072	—10

» La discussion des résultats consignés dans les tableaux précédents conduit à différents résultats que nous allons énumérer.

» 1° Si, dans le tableau II, on compare les volumes des liqueurs normales de deux séries de sels renfermant les mêmes radicaux métalliques, les sels de potassium et de sodium, par exemple, on trouve des différences

sommes servis notamment des Tables rapportées dans le Traité de M. Bolley et des expériences consignées dans deux Mémoires de M. Berthelot (Voir les *Comptes rendus* du 17 mars et du 28 avril 1873).

(1) Pour rendre cette liqueur comparable à la liqueur qui provient du mélange des deux liqueurs normales élémentaires, il faut ajouter aux 2000 grammes d'eau les 9 grammes qui sont éliminés par la réaction de SO^4H sur NaO ($SO^4H + NaO = SO^4Na + HO$).

qui sont sensiblement constantes, quel que soit le radical métalloïdique associé.

» On trouve encore des différences sensiblement constantes en comparant deux séries de sels renfermant les mêmes radicaux métalloïdiques associés aux divers radicaux métalliques, en comparant, par exemple, entre eux les chlorures et les bromures des différents métaux.

» Il existe donc, pour les volumes des liqueurs salines normales, des relations *modulaires* analogues à celles qui ont déjà été constatées pour les chaleurs de formation, pour les actions capillaires et pour les densités dans les liqueurs normales. Il était même facile de prévoir que la relation modulaire des volumes serait une conséquence de celle des densités.

» Le tableau suivant renferme les modules moyens relatifs aux divers radicaux, soit métalliques, soit métalloïdiques :

Tableau IV.

Métaux ...	K	Na	Am	Li	Ca	Mg	St	Ba	Mn	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb	Ag
Modules...	0	−12	+8	−10	−17	−17	−17	−15	−17	−17	−17	−18	−17	−12	−6
Métalloïdes.	O	Cl	Br	I	SO^4	AzO^6	$C^4H^3O^4$	»	»	»	»	»	»	»	»
Modules....	−33	0	+8	+21	−9	+12	+25	»	»	»	»	»	»	»	»

» Ces modules ont été calculés en partant du chlorure de potassium : ce sont donc les nombres qu'il faut ajouter, ou retrancher, suivant les signes, du volume 1029, relatif au chlorure de potassium, pour avoir le nombre relatif aux autres sels. Ainsi, par exemple, pour passer au bromure de cadmium, on ajoutera 8 pour le brome et l'on retranchera 17 pour le cadmium, ce qui donnera le nombre $1029 + 8 - 17 = 1020$ relatif au bromure de cadmium.

» 2° On remarquera que les modules d'un grand nombre de radicaux métalliques sont sensiblement égaux; d'où l'on conclut que, dans ce cas, ils interviennent pour une part sensiblement constante dans les variations de volume des liqueurs normales. Ce fait mérite d'autant plus d'être signalé que leurs poids équivalents sont très-différents. Ainsi la molécule de magnésium, dont le poids équivalent est 12, fait autant varier le volume que la molécule de strontium, dont le poids est 44, et que la molécule de cadmium, dont le poids est 56. Le contraste est encore plus frappant pour les molécules du lithium et de l'argent, dont les poids sont de 7 pour le pre-

mier et de 108 pour le second, et qui produisent cependant les mêmes variations de volume. Le potassium, le sodium et l'ammonium présentent des écarts plus considérables.

» Pour les radicaux métalloïdiques, les choses se passent tout autrement.

» Pour tous, les écarts sont considérables et ne semblent avoir entre eux aucune relation. Dans tous les cas, on peut conclure que les variations de volume que présentent les liqueurs salines normales, quand on passe de l'une à l'autre, tiennent surtout à l'influence de l'élément métalloïdique.

» 3° Lorsqu'on met en présence une liqueur acide et une liqueur basique, de l'acide sulfurique et de la potasse, par exemple, la combinaison se fait avec un dégagement de chaleur souvent considérable; on pourrait s'attendre, en conséquence, à ce que, après la combinaison, on aura à constater une contraction de volume, de manière que le volume final soit moindre que la somme des volumes primitifs des deux liqueurs. C'est ce qui arrive, en effet, pour les sels d'ammonium, ainsi que cela résulte du tableau III; mais le même tableau montre que l'inverse a lieu pour les sels de potassium et de sodium. Pour ces sels, le volume final est sensiblement supérieur à la somme des deux volumes primitifs; il s'est produit une véritable détente des liquides, quoiqu'il y ait eu cependant une combinaison accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable.

» Pour se rendre compte de ce qui se passe, il convient de remarquer qu'on se trouve en présence d'un phénomène complexe. On a d'abord, dans la formation du sulfate de soude, par exemple, deux liqueurs renfermant : l'une, de l'acide sulfurique SO^4H, et l'autre, de la soude NaO, tandis que, dans la liqueur finale, il y a eu échange des radicaux K et H dans les composés SO^4H et NaO; de sorte qu'elle renferme alors du sulfate de sodium SO^4Na, et que de l'eau HO s'y est ajoutée. Par suite, on peut concevoir que le phénomène se passe de la manière suivante :

Dissociation de SO^4H en SO^4 et H	*froid.*
Dissociation de Na O en Na et O	*froid.*
Association de SO^4 et Na pour former SO^4Na	*chaleur.*
Association de H et O pour former HO	*chaleur.*
Augmentation de volume des liqueurs normales élémentaires après leur mélange	*froid.*

» On a donc diverses réactions élémentaires dont les unes donnent du froid, les autres de la chaleur, et, comme le résultat final est un dégagement de chaleur assez considérable, il en résulte que les réactions accompagnées de chaleur l'emportent sur celles qui produisent du froid. Ainsi,

dans l'exemple que nous avons choisi, les quantités de chaleur dégagées dans la formation de SO^4Na et de HO surpassent les quantités de chaleur qui expriment la formation de SO^4H et de NaO, malgré l'augmentation de volume des liqueurs après qu'elles ont réagi l'une sur l'autre.

» 4° Ajoutons encore une remarque relative aux contractions de volume produites par la dissolution de la potasse et de la soude. Lorsqu'on dissout une substance dans l'eau, il y a ordinairement une contraction de volume, mais qui est en général moindre que le volume du corps dissous; de sorte que, si la dissolution se fait dans 1 litre d'eau, le volume final sera supérieur à 1 litre. Pour quelques corps, tels que le sulfate d'alumine et le carbonate de soude, la dissolution se fait sans variation sensible du volume du litre; mais nous n'avions pas encore rencontré de substances pour lesquelles le volume final fût moindre que le volume du dissolvant. La potasse et la soude sont les seuls qui nous aient offert cette particularité. Il résulte, en effet, du tableau I que si dans 1 litre d'eau on fait dissoudre 1 équivalent de potasse KO, le volume final sera seulement de 996 centimètres cubes. Pour la soude, on a une contraction plus forte encore, puisque le volume final se réduit à 987 centimètres cubes; de sorte que la contraction se compose d'abord du volume du corps dissous et, en outre, de 13 centimètres cubes. »

M. H. Resal fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Notice sur les tourbières supra-aquatiques du haut Jura ». (Extrait des Mémoires de la Société d'émulation du Doubs, 1872.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur une disposition particulière du micromètre à fils mobiles, proposée pour les lunettes qui serviront à l'observation du passage de Vénus sur le Soleil.* Note de M. Ph. Hatt, présentée par M. Fizeau.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« On s'est préoccupé surtout, dans la construction des lunettes qui sont destinées à observer le passage de Vénus, de mesurer la distance de la planète au bord du Soleil pendant la durée du passage, cette mesure pouvant suppléer en partie à l'observation des contacts. A cet effet, le micromètre

est composé d'une paire de fils fixes et d'une paire de fils mobiles, les fils de chaque paire étant distants l'un de l'autre à peu près de la valeur angulaire du diamètre de Vénus ; ces fils sont tous parallèles entre eux et sont coupés à angle droit par un fil fixe unique, qui passe par le centre de rotation du micromètre.

» Cette disposition répond parfaitement au but que l'on s'est proposé ; mais elle convient moins pour une mesure très-importante, celle de la corde commune aux deux astres ou de l'échancrure qui se produit sur le bord du Soleil pendant l'entrée ou la sortie de Vénus. Cette corde variant très-rapidement dans le voisinage des contacts, sa longueur peut servir à déterminer une phase précise du phénomène ; il importe donc de pouvoir la mesurer, ou mieux encore d'apprécier l'instant où la corde atteint une grandeur déterminée quand elle varie très-rapidement.

» Une disposition additionnelle très-simple du micromètre, et qui pourra être réalisée à peu de frais, permettra, je crois, d'effectuer avec plus de facilité cette mesure de la corde commune AB (*fig.* 1). Le chariot mobile sera muni de deux fils AC, BC, faisant entre eux un petit angle dont la bissectrice est le fil fixe OC passant par le centre du micromètre. Pour plus de simplicité, je supposerai que l'un des fils mobiles xy passe par le sommet C de l'angle des deux fils. Quand on connaîtra la distance CO d'une ligne quelconque AB parallèle à xy, il sera facile d'évaluer la longueur du segment AB intercepté par l'angle ACB, longueur proportionnelle à la distance CO. Entre de certaines limites, cette évaluation se fera d'autant plus exactement que l'angle ACB sera plus petit. Il est clair, du reste, que si l'on oriente le micromètre de position, de manière à faire passer le fil fixe VC, par les centres de Vénus et du Soleil, les fils AC, BC passeront à la fois par les extrémités A et B de la corde commune.

» Voici comment pourra se faire l'observation : on orientera convenablement le micromètre de position, on disposera les fils mobiles de manière à intercepter dans le voisinage de la corde un segment d'une longueur égale à celle que la corde va atteindre un instant après, et on fera la lecture du tambour divisé de la vis micrométrique. On notera exactement l'instant où les bords de l'échancrure atteindront les fils, puis on amènera rapidement le fil mobile xy en AB, et on fera encore la lecture du tambour divisé de la vis micrométrique : on connaîtra ainsi l'intervalle CO et, par suite, la longueur de la corde AB.

» Pourvu que l'angle des deux fils AC, BC soit très-petit, le faible déplacement que la corde AB éprouvera suivant la direction OC, pendant le

temps que l'on fera mouvoir la vis, n'aura qu'une influence insignifiante sur la mesure de la corde.

» Cette opération pourra se faire d'une autre manière, à la façon d'un pointé, quand la corde variera peu, et se répéter un grand nombre de fois pendant la durée de l'entrée ou de la sortie. Les *mesures prises au milieu* de l'entrée quand la corde commune est à peu près constante serviront à étalonner l'instrument; car ce n'est pas tant la valeur absolue de la longueur AB que l'on désire obtenir que son rapport au diamètre de Vénus pour en conclure les instants des contacts.

Fig. 1.

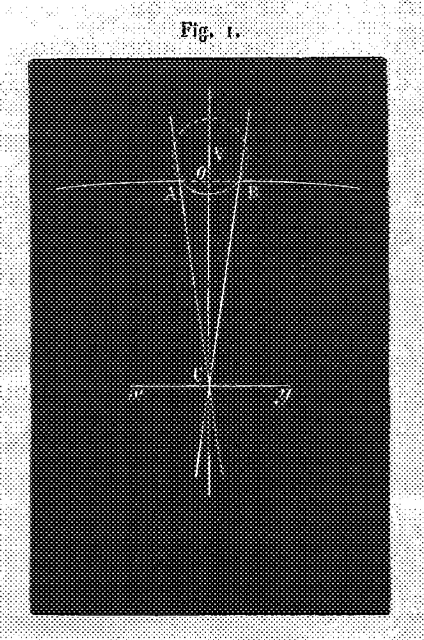
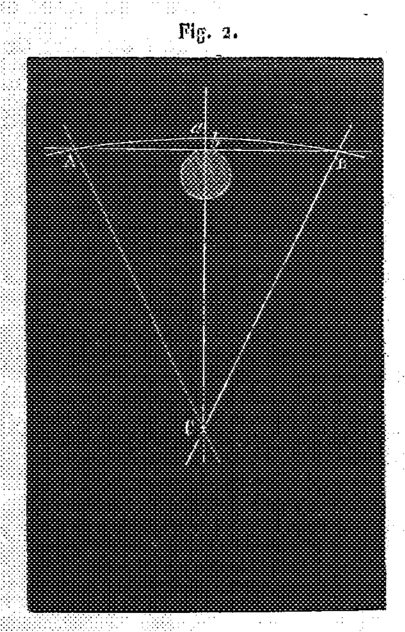


Fig. 2.



» On pourrait, d'après un principe analogue, mais qui serait probablement d'une application moins facile, mesurer la distance de Vénus au bord du Soleil, une fois que la planète aura pénétré entièrement sur le disque du Soleil. On amènerait un des fils fixes AB (*fig.* 2) à être tangent au bord de Vénus, l'autre fil perpendiculaire C*a* étant orienté de manière à passer par le centre des deux astres. De cette manière le point de tangence *b* partagera en parties égales la corde AB de la circonférence solaire. La longueur de cette corde pourra se mesurer au moyen d'un autre couple de fils AC, BC disposés comme précédemment, plus écartés cependant; car la corde AB est généralement beaucoup plus grande que le diamètre de Vénus. De la longueur mesurée de la corde on déduira très-exactement la longueur de la flèche *ab* et par suite la distance de la planète au bord du Soleil.

» Cette mesure ne pourra malheureusement se faire que dans le voisinage immédiat des contacts; elle deviendrait impraticable si la corde AB était trop grande pour que l'œil pût embrasser à la fois ses deux extrémités. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Nouvelle Note sur les vagues de hauteur et de vitesse variables;* par M. L.-E. BERTIN. (Présentée par M. Resal.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Le but de cette Note est de présenter les équations de certaines ondes que l'on rencontre fréquemment en mer, et que, de même que le clapotis, on peut considérer, soit comme des mouvements élémentaires, à cause de la simplicité de leurs lois, soit comme des mouvements composés, parce qu'on les obtient par la superposition de plusieurs houles.

» Le degré d'exactitude avec lequel ces équations satisfont aux lois de l'Hydrostatique est le même que dans la théorie du clapotis. L'eau est supposée infiniment profonde; pour tenir compte d'une profondeur limitée, on aurait à apporter aux formules les mêmes corrections approximatives que dans la théorie de la houle.

» Si deux houles de même longueur, de hauteur différente et de sens contraire se superposent, le mouvement résultant peut être regardé comme la somme d'une houle et d'un clapotis. Prenons, comme équations des mouvements composants,

$$(1)\quad \begin{cases} x - x_0 = r \sin \varepsilon \left(t - \dfrac{x_0}{U}\right), \\ y + z = r \cos \varepsilon \left(t - \dfrac{x_0}{U}\right), \end{cases}$$

$$(2)\quad \begin{cases} x - x_0 = - r' \cos \varepsilon t \sin \dfrac{\varepsilon}{U} x_0, \\ y + z = r' \cos \varepsilon t \cos \dfrac{\varepsilon}{U} x_0; \end{cases}$$

x_0 et z sont les coordonnées du centre d'oscillation d'une molécule quelconque; l'axe des x est la surface du liquide au repos, z est la profondeur comptée de haut en bas avec le signe $+$. Les équations du mouvement résultant sont

$$(3)\quad \begin{cases} x - x_0 = r \sin \varepsilon t \cos \dfrac{\varepsilon}{U} x_0 - (r + r') \cos \varepsilon t \sin \dfrac{\varepsilon}{U} x_0, \\ y + z = r \sin \varepsilon t \sin \dfrac{\varepsilon}{U} x_0 + (r + r') \cos \varepsilon t \cos \dfrac{\varepsilon}{U} x_0. \end{cases}$$

Appelons α et β les coordonnées $x - x_0$, $y + z$ des trajectoires par rapport au centre x_0, z; nous avons

$$\alpha \cos \frac{\varepsilon}{U} x_0 + \beta \sin \frac{\varepsilon}{U} x_0 = r \sin \varepsilon t,$$

$$\beta \cos \frac{\varepsilon}{U} x_0 - \alpha \sin \frac{\varepsilon}{U} x_0 = (r + r') \cos \varepsilon t);$$

l'équation des trajectoires est donc

$$(4) \quad \left\{ \begin{aligned} & (r + r')^2 \left(\alpha \cos \frac{\varepsilon}{U} x_0 + \beta \sin \frac{\varepsilon}{U} x_0\right)^2 \\ & \quad + r^2 \left(\beta \cos \frac{\varepsilon}{U} x_0 - \alpha \sin \frac{\varepsilon}{U} x_0\right)^2 = r^2 (r + r')^2. \end{aligned} \right.$$

Toutes les trajectoires sont des ellipses identiques, dont le petit axe est r, et dont le grand axe, égal à $r + r'$, coïncide en direction avec les trajectoires des molécules dans le clapotis.

» La position des sommets et des creux des vagues s'obtient en égalant à zéro la dérivée de $y + z$ par rapport à x_0, ce qui donne

$$(5) \qquad \operatorname{tang} \frac{\varepsilon}{U} x_0 = \frac{r}{r + r'} \operatorname{tang} \varepsilon t.$$

» La vitesse de propagation Υ se déduit de l'équation (5); nous trouvons

$$\Upsilon = \frac{dx_0}{dt} = \frac{r}{r + r'}, \quad \frac{\cos^2 \frac{\varepsilon}{U} x_0}{\cos^2 \varepsilon t},$$

ou bien, en éliminant x_0,

$$(6) \qquad \Upsilon = U \frac{r}{r + r'}, \quad \frac{1}{\cos^2 \varepsilon t + \left(\frac{r}{r + r'}\right)^2 \sin^2 \varepsilon t}.$$

Cette vitesse de propagation variable est égale à la vitesse des sommets et des creux, parce que la condition (5) rend $x - x_0$ nul.

» La hauteur H, égale à $y + z$ pour les valeurs de x_0 satisfaisant à l'équation (5), est

$$(7) \qquad H = r + r' \sqrt{\cos^2 \varepsilon t + \left(\frac{r}{r + r'}\right)^2 \sin^2 \varepsilon t} = \sqrt{r(r + r')} \sqrt{\frac{U}{\Upsilon}}.$$

» La hauteur et la vitesse sont les mêmes pour toutes les vagues à un instant donné; on les trouverait aussi toujours les mêmes au moment du passage en un point donné.

» En faisant $\varepsilon t = 0, = \pi, = 2\pi, \ldots = n\pi$, on a le minimum de vitesse $U\frac{r}{r+r'}$, et le maximum de hauteur $r + r'$.

» En faisant $\varepsilon t = \frac{1}{2}\pi, = \frac{3}{2}\pi, \ldots = \frac{2n+1}{2}\pi$, on a le maximum de vitesse $U\frac{r+r'}{r}$, et le minimum de hauteur r.

» La longueur parcourue par une vague, entre un maximum et un minimum de hauteur, est égale à $\frac{1}{2}L$.

» Considérons maintenant la superposition de la houle et du clapotis, après avoir ajouté π à $\varepsilon\left(t + \frac{x_0}{U}\right)$ dans les équations (1); le mouvement résultant ne pourrait plus alors être regardé comme la somme de deux houles. L'équation des orbites est

$$(4')\quad \left\{\begin{aligned} & r^2\left(\alpha \sin\frac{\varepsilon}{U}x_0 + \beta\cos\frac{\varepsilon}{U}x_0\right)^2 \\ & \quad + (r - r')^2\left(\alpha\cos\frac{\varepsilon}{U}x_0 - \beta\sin\frac{\varepsilon}{U}x_0\right)^2 = r^2(r - r')^2; \end{aligned}\right.$$

elle représente des ellipses dont les demi-axes sont r et $r - r'$; les petits axes coïncident avec les trajectoires du clapotis. L'équation (5) devient

$$(5')\quad \operatorname{tang}\frac{\varepsilon}{U}x_0 = \frac{r}{r - r'}\operatorname{tang}\varepsilon t.$$

Le maximum et le minimum de hauteur sont respectivement r et $r - r'$; le maximum et le minimum de vitesse sont $U\frac{r}{r - r'}$ et $U\frac{r - r'}{r}$; la distance parcourue entre un maximum et un minimum n'a pas changé.

» Les variations de hauteur s'observent fréquemment; les ondes s'élèvent, puis vont en s'affaissant pour renaître à quelque distance, le tout sans sortir du champ de vision de l'observateur. Comme on estime mieux la vitesse au moment où la hauteur est grande, on s'est accordé à attribuer une moindre vitesse aux vagues de hauteur variable qu'à celles de hauteur constante; par suite, ces deux sortes de vagues ont été regardées comme deux mouvements distincts entre lesquels il fallait partager les ondulations de la mer par une division fondamentale.

» Arrêtons-nous sur le deuxième mode de superposition, conduisant au mouvement (4'), dans le cas où r est égal à r'. Nous trouvons un simple clapotis, identique à (2), dans lequel l'origine des temps et celle des abscisses ont simplement été déplacées. Le clapotis nous apparaît ainsi comme la limite du mouvement des vagues de hauteur et de vitesse variables; ses

ondes, en apparence isolées, se relient les unes aux autres, par une vitesse de propagation infinie, au moment où la hauteur devient nulle.

» Si le rapport de r à r' varie de zéro à 1, soit dans le premier mode de concordance des phases, soit dans le second, il en résulte une infinité de systèmes de vagues qui présentent toutes les variations possibles de hauteur et de vitesse. Il en est de même si l'on considère entre les phases de la houle et du clapotis des concordances diverses, comprises entre les deux limites considérées. Chacun de ces systèmes se compose d'ondes passant par des états identiques et atteignant simultanément les mêmes phases.

» Si les longueurs des ondes des deux mouvements composants diffèrent légèrement entre elles, on peut admettre, sans sortir du degré d'approximation des calculs précédents, que le mouvement de chaque molécule prise isolément est analogue à l'un de ceux qui viennent d'être étudiés; mais, à un même instant, la concordance des deux phases n'est pas la même pour les différents points de la mer. On trouve ainsi des séries périodiques de vagues qui n'appartiennent pas au même système et qui ne présentent pas les mêmes variations de hauteur et de vitesse.

» Si enfin les directions des deux mouvements ondulatoires font entre elles un certain angle, la concordance des phases varie non-seulement pour les différentes ondes, mais encore pour les différents points d'une même onde dans le sens des génératrices. On comprend ainsi comment les ondes de hauteur et de vitesse variables ont, en général, peu de longueur et se rapprochent souvent de la forme pyramidale.

» Telle est, déduite des lois mathématiques de la houle, l'application générale des formes habituelles et en apparence si complexes de l'agitation de l'Océan. »

PHYSIQUE. — *Sur la dispersion des gaz.* Note de M. **Mascart**, présentée par M. Bertrand.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin.)

« La méthode que j'ai indiquée (p. 617 de ce volume), permettant de mesurer l'indice de réfraction d'un gaz pour une raie déterminée, donne en même temps le moyen de connaître la dispersion du gaz; il suffit pour cela de prendre successivement pour points de repère différentes raies du spectre dont les longueurs d'onde soient connues. En réalité, on peut y arriver d'une manière un peu plus simple et déterminer, par une seule expérience, la différence des indices de réfraction pour un certain nombre

de raies; il suffira alors de mesurer l'un de ces indices directement, et l'on en déduira les valeurs de tous les autres.

» Pour cela, on éclaire le collimateur avec une lumière blanche comme celle de la lampe de Drummond, et en même temps on produit devant la fente une série d'étincelles d'induction entre deux conducteurs métalliques. Dans ces conditions, le spectre que l'on observe est illuminé dans toute son étendue, et l'on y distingue simultanément les lignes brillantes des vapeurs métalliques et l'ensemble des bandes de Talbot. L'un des tubes à gaz étant à la pression H_1, on compte le nombre des franges qui existent entre les différentes raies brillantes; on donne ensuite à la pression dans ce tube une autre valeur H_2, et l'on compte de nouveau les franges qui existent entre les mêmes raies. Les différences de ces deux séries de nombres, qui vont intervenir dans le calcul, ne peuvent être déterminées avec une certaine précision que si la différence des pressions $H_2 - H_1$ est très-grande. Dans ce cas, le nombre des franges qui ont passé sur chacune des raies est tellement grand, qu'il serait trop pénible de les compter directement; cette opération n'est pas nécessaire.

» Soient, par exemple, λ et λ' les longueurs d'onde de deux raies, δ la différence des nombres de franges comprises entre ces deux raies, et f le nombre inconnu de celles qui ont passé sur la première; il en aura passé alors sur la seconde $f+\delta$. Soient encore n_1 et n_2, n'_1 et n'_2 les indices de réfraction des deux raies aux pressions H_1 et H_2, et L la longueur du tube; on a les équations

$$(n_2 - n_1)\,\mathrm{L} = f\lambda,$$

$$(n'_2 - n'_1)\,\mathrm{L} = (f+\delta)\lambda'.$$

On en déduit

$$\frac{(n'_2 - n'_1) - (n_2 - n_1)}{n_2 - n_1} = \frac{\lambda'}{\lambda}\left(1 + \frac{\delta}{f}\right) - 1,$$

ou bien

$$\frac{(n'_2 - n'_1) - (n_2 - n_1)}{n_2 - n_1} = \frac{\lambda'}{\lambda}\left(1 + \frac{\dfrac{\delta}{H_2 - H_1}}{\dfrac{f}{H_2 - H_1}}\right) - 1.$$

» Le second membre de cette équation est connu, car le rapport $\frac{f}{H_2 - H_1}$, qui correspond à la raie de longueur d'onde λ pour la pression moyenne $\frac{H_2 + H_1}{2}$, peut être déduit de mes expériences, faites précédemment, sur l'influence des variations de pression; le rapport $\frac{\delta}{H_2 - H_1}$ est déterminé

directement et le rapport des longueurs d'onde est connu. Quant au premier membre de l'équation, il n'est autre chose que le pouvoir dispersif, c'est-à-dire le rapport de la différence des indices de réfraction de deux raies à l'excès de l'un d'eux sur l'unité. Il suffit, pour s'en assurer, de faire $H_1 = 0$; les indices n_1 et n'_1 sont alors égaux à l'unité, et l'on retrouve l'expression habituelle. Sans doute le pouvoir dispersif doit être une fonction de la pression moyenne; mais les changements qu'il peut éprouver sont plus faibles que les erreurs expérimentales.

» J'ai pris comme points de repère quatre raies brillantes du cadmium, une rouge, deux vertes et une bleue, dont j'avais autrefois déterminé les longueurs d'onde, et tous les nombres de franges ont été comptés à partir de la raie D du sodium; quand la pression augmente, la variation δ doit être considérée comme positive si λ' est plus petit que λ, et négative dans le cas contraire. L'expérience montre que la valeur du rapport $\frac{n'-n}{n-1}$ est négative pour la raie rouge, positive pour les autres, et d'autant plus grande que la longueur d'onde λ' est plus faible : la dispersion des gaz est donc de même sens que celle de tous les corps solides ou liquides, si l'on excepte les cas de dispersion anormale.

» Au lieu de reproduire les valeurs obtenues pour le pouvoir dispersif entre les différentes raies, ce qui ne donnerait pas une idée nette du phénomène, on peut représenter les expériences par un nombre unique pour chacun des gaz étudiés. La dispersion des gaz étant faible, la formule de Cauchy, réduite aux deux premiers termes, satisfait aux expériences d'une manière suffisante, et l'on peut exprimer l'indice de réfraction d'un gaz pour la lumière de longueur d'onde λ, à une température et une pression déterminées, par la formule

$$n - 1 = A\left(1 + \frac{B}{\lambda^2}\right).$$

On a de même, pour une autre lumière de longueur λ',

$$n' - 1 = A\left(1 + \frac{B}{\lambda'^2}\right);$$

on en déduit

$$\frac{n'-n}{n-1} = \frac{B\left(\frac{1}{\lambda'^2} - \frac{1}{\lambda^2}\right)}{1 + \frac{B}{\lambda^2}}.$$

Le premier membre de cette équation est donné par l'expérience : on peut donc calculer le coefficient B.

» J'ai résumé, dans le tableau suivant, les valeurs de ce coefficient B pour différents gaz, en prenant la moyenne des résultats relatifs aux quatre raies observées; les défauts de concordance des résultats partiels étaient de même ordre que les erreurs expérimentales. L'unité de longueur est le millième de millimètre.

	B
Air	0,0058
Azote	0,0069
Hydrogène	0,0044
Protoxyde d'azote	0,0127
Oxyde de carbone	0,0075
Acide carbonique	0,0052
Cyanogène	0,0100

» On peut remarquer, par les nombres de ce tableau, que la dispersion n'est pas en rapport direct avec la réfraction du gaz ni avec sa densité.

» Pour se représenter, d'une manière plus précise, l'ordre de grandeur de la dispersion des gaz, il est utile de la comparer à la dispersion de certains corps bien connus. En calculant, à l'aide du coefficient que précise le pouvoir dispersif de l'air $\frac{n'-n}{n-1}$ entre les deux raies B et H du spectre solaire, on obtient 0,024. Entre les mêmes raies, le coefficient de dispersion serait 0,032 pour les rayons ordinaires du quartz, 0,040 pour l'eau, 0,046 pour les rayons ordinaires du spath d'Islande, 0,038 pour le crown léger, 0,069 pour le flint lourd des instruments d'optique, etc. Certains gaz, comme le protoxyde d'azote et le cyanogène, ont donc une dispersion supérieure à celle de l'eau.

» L'inégale réfrangibilité des différentes couleurs dans l'air a été mesurée, pour la première fois, par Arago, qui, par une méthode de compensation, a évalué à $\frac{10}{13}$ le rapport du pouvoir dispersif de l'air à celui du crown; ce résultat d'Arago paraît un peu trop fort, sans être très-éloigné de la vérité. M. Ketteler a repris la même question avec l'appareil interférentiel de M. Jamin, et en calculant, d'après ses expériences, les indices de réfraction des deux raies B et H, il trouve, pour le pouvoir dispersif de l'air, le nombre 0,023, presque identique à celui que j'ai obtenu. »

OPTIQUE. — *Sur les longueurs d'onde et les caractères des raies violettes et ultra-violettes du Soleil, données par une photographie faite au moyen d'un réseau.* Note de M. **H. Draper.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

« Le spectre solaire obtenu au moyen d'un réseau à traits fins, comparé au spectre prismatique, présente des avantages si frappants, qu'il ne pou-

vait pas manquer d'attirer vivement l'attention; mais, jusqu'à présent, presque tous les observateurs se sont contentés d'étudier la partie de ce spectre visible à l'œil, négligeant tout ce qui se trouve entre la raie fraünhoférienne H et les limites les plus réfrangibles du spectre. MM. Mascart et Cornu toutefois, s'attachant à ce dernier ordre de recherches pendant les dix dernières années, ont publié des planches de ces raies ultra-violettes. Il m'a semblé néanmoins qu'il y aurait quelque intérêt à reprendre ces expériences et à en étendre, s'il est possible, les résultats. Dans ce but j'ai cherché à obtenir, au moyen d'un réseau, une photographie du spectre solaire, allant de G (longueur d'onde 4307 dix-millièmes de millimètre) à O (longueur d'onde 3440), et *tout à fait sans retouche*. J'y ai joint une échelle qui permet d'évaluer la longueur d'onde de chaque raie.

» La méthode d'après laquelle je prends, en une seule opération, une photographie de G à O, sur une seule glace collodionnée sensible, offre une supériorité évidente sur celle dont MM. Mascart et Cornu se sont servis : ils ont fait plusieurs petites photographies détachées de courtes parties du spectre, et ils ont construit, en les réunissant à l'aide du microscope, une planche agrandie. Dans une opération de cette nature, faite à la main, non-seulement on court le risque de ne pas mettre les raies à leur vraie place, mais encore on a beaucoup de peine à en conserver l'intensité relative. De plus, les raies faibles échappent facilement à la vue, et le degré de netteté ou de nébulosité que présente une raie est difficile à exprimer.

» La disposition optique à l'aide de laquelle j'ai obtenu ma photographie est au fond la même que celle dont mon père, M. le professeur J.-W. Draper, s'est servi en 1844, pour obtenir des photographies du spectre avec un réseau. Mon réseau est dans la proportion de 6481 traits au pouce anglais, et il a été obtenu à l'aide d'une machine inventée et construite par M. L.-M. Rutherfurd, dont les photographies de la Lune et du spectre prismatique sont si bien connues. Il donne des spectres bien distincts et d'un éclat égal de chaque côté de la normale.

» Ma première épreuve photographique sur verre avait une longueur de $0^{m},305$ (12 pouces); c'est avec elle qu'a été obtenue la figure supérieure de la copie sur papier qui accompagne ce Mémoire, et qui est imprimée directement par contact; l'échelle qui est placée au-dessus de la photographie est copiée sur les planches du « spectre normal du Soleil » de M. Angström, excepté les divisions linéaires qui ont été faites au moyen d'une machine à diviser. La figure inférieure du tableau est une copie

photographique agrandie au double : elle comprend la partie violette et ultra-violette du spectre, de la longueur d'onde 3736 à 4205.

» Pour déterminer les longueurs d'onde des raies ultra-violettes, j'ai eu recours à une méthode fondée sur les faits suivants. Si la lumière venant d'une fente est reçue sur un réseau et sur des lentilles convenablement disposées, et tombe ensuite sur un écran placé à une distance convenable, nous voyons se former une image de la fente et, de chaque côté, une série de spectres que l'on nomme, dans l'ordre où ils se présentent, spectre du premier ordre, spectre du deuxième ordre, etc. Le spectre du deuxième ordre recouvre le spectre de troisième ordre, de sorte que la raie D_2 du deuxième ordre tombe sur H_2 du troisième ordre, et b_4 du deuxième ordre est voisine de O du troisième. Si nous mettons délicatement une pointe d'acier très-fine à la place de D_2 et une autre à la place de b_4 du deuxième ordre et si nous faisons une photographie des raies ultra-violettes du troisième ordre, la couche sensible, quand elle est développée, montre, grâce à l'interposition des deux pointes d'acier qui projettent leur ombre, les raies du spectre du troisième ordre qui répondent à D_2 et à b_4 du deuxième ordre, et un calcul simple permet de constater la longueur d'onde de ces raies. Nous voyons par conséquent qu'une certaine raie de H_2 a une longueur de 3940,1, et qu'une raie voisine de O a une longueur de 3444,6. De plus, la raie G (longueur d'onde 4307) ayant le pouvoir de s'imprimer sur le collodion, nous avons en trois endroits de la photographie la longueur d'onde déterminée, savoir au milieu et à chacune des deux extrémités. Il n'y a plus alors qu'à placer la face collodionnée sur une machine à diviser et à y construire une échelle qui réponde aux nombres précédents; nous avons de la sorte une détermination aussi exacte que possible des longueurs d'onde de toutes les raies intermédiaires. Cette méthode exige, il est vrai, que les longueurs d'onde de D_2, b_4 et G soient exactement connues. A cet égard, j'ai cru pouvoir reconnaître que les valeurs données par M. Angström pour ces raies ne sont pas absolument exactes, parce que les trois nombres que je lui ai empruntés et les résultats obtenus par la machine à diviser n'étaient pas en parfaite coïncidence. Dans la plus grande longueur du spectre néanmoins, l'erreur ne s'élève pas à une division de l'échelle.

» Pour éviter une exposition trop longue à la lumière de ces parties du spectre où le collodion est plus vivement affecté par elle, comme par exemple au voisinage de G, j'ai employé un système de diaphragmes à

l'aide duquel la lumière pouvait être interceptée en ces points dès qu'elle avait produit une action suffisante.

» J'ai pris d'autres spectres s'étendant de b (longueur d'onde 5167) à T (longueur d'onde 3032?) au moyen d'un réseau à réflexion et d'un miroir métallique; mais il est bien difficile de ménager les expositions à la lumière de manière à obtenir une bonne photographie d'une dimension si considérable.

» On peut remarquer que ma photographie répond d'une manière satisfaisante aux nombres donnés par M. Mascart pour certaines raies ultra-violettes; quant à la raie M, la longueur d'onde qu'il lui donne est exactement celle à laquelle je suis arrivé, $\frac{3728}{10000}$ de millimètre. La netteté de cette photographie se reconnaît à ce fait que la raie L qui, avec le réseau de M. Mascart se montrait simple, apparaît ici triple; sa position paraîtrait être 3821, au lieu de la longueur d'onde 3819 que ce physicien lui avait assignée.

» En soumettant cette photographie à l'examen de l'Académie, je suis convaincu qu'elle peut y avoir confiance. Il n'est pas impossible que, dans la suite, les nombres d'Angström que j'ai adoptés comme la base de mon échelle subissent des modifications, mais la photographie elle-même est absolument correcte, puisqu'elle présente les raies dans l'ordre véritable de leurs longueurs d'ondes.

» Pour ce qui est des éléments métalliques qui produisent les raies ultra-violettes, on n'est pas encore arrivé à des résultats satisfaisants. Je n'ai obtenu que les photographies de quelques vapeurs métalliques, et elles ne sont pas prêtes à être publiées.

» Les épreuves photographiques jointes à ce Mémoire ne sont pas obtenues par le procédé ordinaire sur papier à chlorure d'argent. Elles sont imprimées par un procédé spécial, connu sous le nom d'*Albertype*, espèce de photolithographie sur gélatine, et, comme elles sont exécutées à l'encre d'imprimerie, elles ne sont pas sujettes à s'effacer.

» L'excellence du procédé et du réseau se reconnaît au nombre de lignes fines que l'on peut découvrir dans la photographie; par exemple, entre la raie H' et 3998, M. Angström a donné seulement une raie, tandis que j'en obtiens certainement plus de vingt; entre 4101 et 4118, il n'a donné aucune ligne et j'en trouve dix-sept; de 3925 à 4205, sa planche indique cent dix-huit raies, et mon épreuve originale sur verre en montre deux cent quatre-vingt-treize, dont la plupart sont venues sur papier.

» Un fait qui peut faire concevoir la difficulté de représenter à la main

l'intensité relative des lignes, c'est qu'Angström a fait la ligne 3998 à peu près égale à la ligne 4004, tandis que, en réalité, la première est beaucoup moins foncée, et, au lieu d'être simple, elle est triple. »

CHIMIE. — *Note sur le palladium hydrogéné*; par MM. L. TROOST et P. HAUTEFEUILLE.

(Commissaires : MM. H. Sainte-Claire Deville, Cahours, Berthelot.)

« La remarquable propriété que possède le palladium d'absorber jusqu'à 982 fois son volume de gaz hydrogène, découverte par Graham, a été d'abord présentée par ce chimiste comme un phénomène se rapprochant de la dissolution ou de la condensation, et pour lequel il a créé le terme *occlusion*.

» Plus tard Graham a admis que le palladium forme avec l'hydrogène un alliage à « équivalents égaux ». Cette opinion est formulée dans le Mémoire où il établit que la densité du palladium chargé de 800 à 900 volumes d'hydrogène est sensiblement inférieure à celle du métal pur, que la ténacité et la conductibilité électrique diminuent, comme dans le cas des alliages en général, et que le magnétisme augmente comme dans le cas d'une combinaison de palladium avec un métal très-magnétique.

» Les conclusions de Graham ont été généralement acceptées bien que le maximum de 982 volumes d'hydrogène fixés ne corresponde, comme le remarque l'auteur lui-même, qu'à 0,772 d'équivalent d'hydrogène pour 1 équivalent de palladium ($H = 1$, $Pa = 106,5$).

» M. Favre, dans un travail récent, a admis comme Graham que « l'hydrogène se fixe sur son équivalent de palladium », en se fondant sur ce que, dans les limites de son expérience (1), le métal, en absorbant des poids égaux d'hydrogène, dégage des quantités sensiblement égales de chaleur.

» Nous allons établir que le phénomène est plus complexe qu'on ne l'avait supposé jusqu'ici.

» Nous examinerons successivement les deux points suivants : l'hydrogène forme-t-il véritablement une combinaison avec le palladium ou se dissout-il simplement dans ce métal? 2° Dans le cas où il y aurait combinaison, quelle est la formule du composé produit?

» L'étude des tensions que prend l'hydrogène dégagé aux diverses tem-

(1) M. Favre n'a pas indiqué les volumes de gaz qui correspondent à ses différentes déterminations.

pératures par le palladium hydrogéné nous fournira les éléments nécessaires pour résoudre ces deux questions, en dehors de toute hypothèse. On sait en effet que les composés formés directement, par la combinaison d'un corps fixe avec un corps gazeux, éprouvent sous l'influence de la chaleur une décomposition partielle, mesurée pour chaque température par une tension invariable et indépendante de la quantité de produit non décomposé; c'est la tension de dissociation de la combinaison chimique. Au contraire, les corps qui ont dissous des gaz, comme l'eau chargée d'acide carbonique, et ceux qui en ont condensé, comme le noir de platine chargé d'hydrogène, émettent des gaz qui, pour une même température, ont des tensions variables avec l'état de saturation de la matière. C'est par cette étude des tensions que nous sommes arrivés à reconnaître la production simultanée d'un composé défini et d'une dissolution de gaz hydrogène.

» Le palladium, saturé d'hydrogène au pôle négatif d'un voltamètre, était introduit dans un tube de verre communiquant, d'une part, avec un manomètre, et, d'autre part, avec une pompe de Sprengel, qui permet au début de faire le vide et ensuite d'expulser, dans le cours de l'expérience, des volumes déterminés de gaz (1).

» Si l'on opère dans le voisinage de 100 degrés en enlevant successivement des quantités croissantes de gaz, on obtient, avec le palladium fondu et le palladium en mousse, les résultats inscrits dans le tableau ci-dessous, qui contient les pressions observées pour des degrés différents de saturation.

	Palladium fondu.		Palladium en mousse.	
Températures.	Volumes d'hydrogène fixés sur le palladium.	Tensions.	Volumes d'hydrogène fixés sur le palladium.	Tensions.
100°,2........	809^{vol}	1428^{mm}	775^{vol}	715^{mm}
99,8........	743	909	743	493
100...........	700	598	718	361
100...........	672	454	684	247
100,5.	642	353	»	»
....	...	...	...	...
99,8........	610	238	608	227
100...........	595	225	590	225
100,1........	402	230	300	224

(1) Comme le palladium saturé de gaz dégage de l'hydrogène à la température ordinaire, il faut, si l'on veut connaître exactement le volume total du gaz absorbé, mettre le métal, au sortir du voltamètre, dans un petit ballon plein d'eau bouillie et muni d'un tube de dégagement. On porte le ballon à la température de l'ébullition de l'eau et l'on recueille les

» Le tableau nous montre : 1° que, tant que le volume de l'hydrogène fixe est supérieur à 600 fois le volume du palladium, la pression décroît très-rapidement à chaque soustraction de gaz hydrogène, ce qui est le caractère d'une dissolution; 2° que la pression devient constante, ce qui est le caractère d'une combinaison, dès qu'il n'y a plus que 600 volumes de gaz, volume qui correspond à $\frac{1}{2}$ équivalent d'hydrogène pour 1 équivalent de palladium. A partir de ce moment, le palladium hydrogéné se comporte comme une combinaison définie, susceptible de subir la dissociation et dont la tension ne dépend que de la température, à la manière du carbonate de chaux étudié par M. Debray.

» Pour mieux faire ressortir cette invariabilité de la pression, qui caractérise la combinaison, nous citerons les résultats d'une expérience faite dans le voisinage de 160 degrés.

Températures.	Volumes de gaz hydrogène fixés sur le palladium.	Tensions du composé défini.
160°	589^{vol}	1475^{mm}
161	574	1500
160,5	480	1480
161	290	1482
160	200 (1)	1480

» Des séries d'observations faites entre 20 et 180 degrés nous ont appris que, dans ces limites de température, le phénomène conserve les mêmes caractères; c'est-à-dire que la tension reste invariable dès que le volume d'hydrogène fixé n'est plus supérieur à 600 volumes, qui correspondent à la formule Pa^2H. Nous avons ainsi obtenu les nombres suivants, qui per-

---

gaz qui se dégagent. Après refroidissement, on peut manier le métal pour l'introduire dans l'appareil manométrique, sans crainte de perdre du gaz. Cette opération préliminaire est indispensable quand on opère sur le métal forgé qui, retiré du voltamètre, s'échauffe rapidement au contact de l'air par suite de la combustion de l'hydrogène.

(1) Nous avons donc pu, dans l'expérience citée, enlever les $\frac{2}{3}$ du gaz sans que la tension diminue. Lorsqu'on a décomposé les dernières traces de Pa^2H, le palladium reste saturé de gaz hydrogène dissous. Nous rentrons alors dans les conditions d'un phénomène de dissolution, et de nouvelles soustractions de gaz doivent amener un décroissement très-rapide de la pression : c'est ce que les trois déterminations suivantes mettent en évidence :

Températures.	Volumes de gaz.	Tensions.
161°	62^{vol}	731^{mm}
160	38	435
161	29	391

mettent de construire la courbe des tensions de dissociation du composé :

Températures.	Tensions de dissociation du composé Pa^2H.	Températures.	Tensions de dissociation du composé Pa^2H.
20°	10mm	100°	232mm
30	16	110	336
40	25	120	467
50	36	130	624
60	50	140	812
70	65	150	1104
80	106	160	1475
90	160	170	1840

» *Observations.* — Les nombres inscrits dans ce tableau ont été obtenus avec un fil de palladium. Le fil a été reconnu préférable à la lame pour ces déterminations, parce qu'on parvient plus rapidement à la tension limite. Une lame conduit d'ailleurs, quoique plus lentement, aux mêmes résultats.

» Le métal fondu et le métal forgé ne présentent pas de différence sous le rapport des tensions.

» Le métal se conduit de la même façon, qu'il ait été chargé par la pile ou par un séjour prolongé dans le gaz hydrogène. »

» Ces nombres montrent que le composé Pa^2H n'émet pas sensiblement de gaz à la température ordinaire. Les tensions d'hydrogène qui limitent la décomposition du composé croissent d'abord lentement; mais, à partir de 140 degrés, de très-faibles variations de la température s'accusent par un accroissement très-rapide de la pression. La tension devient égale à la pression atmosphérique entre 130 et 140 degrés.

» Ce composé ne peut donc pas se préparer à une température supérieure à 130 degrés, à moins que l'on n'emploie de l'hydrogène comprimé. La température la plus commode pour le produire est celle de l'eau bouillante, à laquelle la tension de dissociation est inférieure au tiers de la pression atmosphérique.

» En résumé, nos expériences établissent que le palladium forme avec l'hydrogène une combinaison définie dont la formule est Pa^2H. Cette combinaison une fois formée peut dissoudre du gaz hydrogène à la façon du platine et en quantité variable avec son état physique. Cette propriété du composé Pa^2H explique la différence des résultats numériques obtenus par Graham, suivant qu'il employait le palladium en fil ou en éponge.

» Dans une prochaine Communication, nous montrerons que le potassium et le sodium forment avec l'hydrogène des combinaisons dont les formules sont K^2H, Na^2H ($K = 39$, $Na = 23$). Ces composés forment avec

le palladium hydrogéné Pa^2H une série parallèle à celle dont M. Wurtz a trouvé le premier terme dans la combinaison du cuivre avec l'hydrogène Cu^2H^2 ($Cu = 63,50$), et à laquelle il a donné le nom d'hydrure de cuivre. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Nouvel appareil pour doser les tannins contenus dans les diverses matières astringentes employées dans la tannerie.* Note de M. A. TERREIL.

(Commissaires : MM. Fremy, Cahours.)

« Aucune méthode n'a été indiquée jusqu'à présent, pour doser, d'une manière commerciale, le tannin contenu dans les matières astringentes employées dans la tannerie : les procédés des laboratoires présentent de trop grandes difficultés d'exécution pour être pratiqués dans l'industrie. Je viens donc combler cette lacune en proposant un procédé de dosage très-simple, pouvant être exécuté par les personnes les moins exercées aux pratiques de la Chimie ; ce procédé est fondé sur l'absorption de l'oxygène par le tannin en présence des liqueurs alcalines, dans un appareil spécial.

» L'appareil que j'ai fait construire pour doser le tannin consiste en un tube de verre de $0^m,020$ de diamètre et d'environ 130 centimètres cubes de capacité, gradué en centimètres et demi-centimètres cubes : il se ferme à la partie supérieure avec un bouchon à l'émeri ; la partie inférieure est effilée et porte un robinet en verre ; entre ce robinet et le zéro de la graduation se trouve un espace de 20 centimètres cubes, dans lequel on introduit la liqueur alcaline ; on peut donner à cet appareil des proportions plus grandes.

» La solution alcaline que j'emploie est une solution de potasse caustique, contenant le tiers de son poids de cet alcali.

» J'ai déterminé d'abord la quantité d'oxygène qu'un poids connu de tannin pur peut absorber dans l'appareil en prolongeant l'essai pendant vingt-quatre heures, et j'ai reconnu que $0^{gr},100$ de tannin absorbent 20 centimètres cubes d'oxygène.

» Ce point étant une fois déterminé, on opère de la manière suivante :

» On réduit la matière astringente en poudre aussi fine que la nature de la substance le permet ; on en pèse $0^{gr},100$ à $0^{gr},200$, que l'on enveloppe dans un peu de papier non collé.

» D'autre part, on introduit la solution de potasse dans le tube jusqu'au zéro, en aspirant par le haut du tube la liqueur alcaline, dans la-

quelle on fait plonger l'extrémité effilée tout en ouvrant le robinet que l'on ferme ensuite; on incline le tube et l'on fait glisser dans l'intérieur le papier contenant la substance pesée; on ferme l'appareil et on le redresse pour faire arriver la matière dans la dissolution alcaline; on note la température et la pression, puis on agite le tube en le tenant par ses extrémités pour éviter l'échauffement de l'air.

» Le liquide se colore immédiatement en jaune brun; on renouvelle de temps en temps l'agitation; on plonge l'extrémité effilée du tube dans l'eau et l'on ouvre le robinet avec précaution; il se produit une absorption; on referme le robinet lorsqu'on voit le liquide coloré descendre par la pointe effilée; quelquefois, dans les premiers temps de l'opération, au lieu d'une dépression, on observe une dilatation de l'air du tube par suite de l'élévation de température que détermine la réaction chimique : si le liquide coloré sort par la pointe effilée, on ferme immédiatement le robinet.

» Après vingt-quatre heures, l'opération est terminée; on plonge l'appareil en entier dans l'eau pour l'amener à la température ambiante, puis on ouvre le robinet, sous l'eau, pour déterminer l'absorption finale; cette absorption étant complète, on ferme le robinet, et on lit sur la graduation du tube la quantité d'oxygène absorbé, en tenant compte de la température et de la pression : sachant que $0^{gr},100$ de tannin absorbent 20 centimètres cubes d'oxygène, il est facile alors d'apprécier la richesse en tannin de la matière analysée.

» Si la substance à essayer est liquide ou en dissolution, on la pèse dans un petit tube bouché, que l'on introduit dans l'appareil, en le faisant glisser sur la paroi inclinée; il faut dans ce cas noter avec soin le volume que ce petit tube fait occuper au liquide alcalin, au-dessus du zéro, et en tenir compte dans l'observation de l'oxygène absorbé.

» En traitant directement les substances astringentes réduites en poudre fine par une liqueur alcaline, comme je viens de le dire, on considère l'absorption de l'oxygène comme étant le résultat de l'action de l'alcali sur le tannin seul; cependant on sait qu'il existe dans les végétaux d'autres matières organiques qui possèdent également la propriété d'absorber l'oxygène en présence des alcalis, et dont il faudrait tenir compte s'il s'agissait de dosages d'une grande précision; mais, au point de vue industriel, la méthode que je propose donne des résultats analytiques suffisamment exacts.

» Je donnerai ici en terminant quelques dosages de tannin contenu dans

diverses matières employées en tannerie, et qui ont été faits par le procédé que je viens de décrire :

Écorce de chêne (tan)	7,20	pour 100
Extrait sec de châtaignier	61,26	»
Kino jaune en poudre	64,33	»
Noix de Berrick en poudre	42,19	»
Gousses d'acacia	40,43	»
Cachou noir (gambier noir en bloc)	54,37	»
Cachou jaune (gambier jaune en bloc)	77,34	»

» Ce travail a été fait dans le laboratoire des Hautes Études du Muséum, dirigé par M. Fremy. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée, dans ses rapports avec les affinités naturelles (classe des Sélaginoïdées et des Verbéninées)*; par M. A. **Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« La classe des Sélaginoïdées comprend, avec les Sélaginées, les Globulariées, les Myoporinées et, comme annexe, les Jasminées.

» I. La fleur des Globulariées, bien qu'établie sur le type quinaire, n'a que quatre étamines, par suite du manque de l'étamine postérieure; l'organogénie montre que l'avortement de cette étamine est congénital. Sur ce point, mes observations s'accordent pleinement avec celles de Payer; mais l'accord cesse sur le mode de production des quatre mamelons représentant les étamines antérieures et les latérales. Payer dit qu'ils apparaissent simultanément; je les ai vus, au contraire, se produire nettement en deux fois, d'avant en arrière. Si, dans le *Globularia vulgaris*, la succession des étamines latérales aux antérieures est, en effet, assez rapide pour être parfois difficilement constatée, il n'en est plus ainsi du *Globularia Alypum*, chez lequel un intervalle toujours aisément saisissable se place entre la naissance des premières et celle des secondes étamines.

» L'avortement congénital de l'étamine postérieure et la production successive des étamines antérieures et des latérales rappellent ce qui se passe dans le *Gandarussa* et beaucoup d'autres plantes à androcée didyname.

» II. Les Sélaginées, que de savants botanistes réunissent aux Globulariées, malgré leur ovaire à deux loges, ont habituellement, comme celles-ci, quatre étamines plus ou moins inégales. L'organogénie établit que l'avortement de l'étamine postérieure est, ici aussi, congénital. Quant aux

quatre étamines, elles paraissent être produites simultanément : en effet, ou l'on n'en voit aucune, ou les quatre mamelons se présentent à la fois, les antérieurs ne différant pas des latéraux, ou étant à peine plus développés (*Selago*).

» L'*Agathelpis*, comme bon nombre d'Acanthacées, n'a que deux étamines, et celles-ci sont placées devant les sépales latéraux, situation occupée par les deux étamines auxquelles est parfois réduit le *Selago*, et qui rappelle l'androcée du *Gratiola*, avec cette différence que, dans ce dernier, l'étamine postérieure a paru un instant et que les étamines fertiles sont nées distinctement les premières.

» III. L'androcée de la fleur des Myoporinées se compose de quatre étamines didynames. Payer admet que le *Myoporum* a cinq étamines, et que celles-ci naissent en une fois; comme il ne donne pas de figure, on peut croire qu'il a eu en vue une autre plante, à moins que ses observations n'aient porté sur une anomalie. Le fait est que le *Myoporum* n'a que quatre étamines, celles-ci naissant d'ailleurs en une seule fois; quant à l'étamine postérieure, elle n'apparaît pas plus ici que dans les Globulariées et les Sélaginées.

» Le *Stenochilus*, comme le *Myoporum*, montre quatre mamelons staminaux simultanément, sans trace du mamelon postérieur.

» La production simultanée des étamines des Sélaginées fait de celles-ci le trait d'union entre les Globulariées, auxquelles elles tiennent par d'autres caractères, et les Myoporinées, consacrant ainsi dans la petite classe des Sélaginées, d'ailleurs toujours privée congénitalement de l'étamine postérieure, une grande homogénéité.

» On se rappelle que l'avortement congénital de l'étamine postérieure est aussi un attribut des Orobanchées, de quelques Scrofulacées, etc.; il se retrouve dans les vraies Verbéninées.

» IV. Les Jasminées, grand embarras pour les classificateurs, que la vieille famille soit prise dans son ensemble, comme je le fais ici, ou divisée en Jasminées vraies et en Oléinées, ont deux étamines, ordinairement latérales et oppositipétales, ou, plus exactement, alternicarpelles. L'organogénie montre que c'est dès le premier âge que les étamines sont réduites à deux, celles qui devraient compléter le verticille staminal étant atteintes d'avortement congénital, que le calice et la corolle soient tétramères, pentamères, ou même octomères, comme dans le *Monodora* (*Jasminum*, *Ligustrum*, *Syringa*, *Monodora?*).

» J'ai vu cependant des fleurs d'*Ornus* à trois pétales et à trois étamines,

le *Fontanesia*, compléter son androcée par la production de deux étamines antéro-postérieures, le *Syringa*, avoir trois étamines, par développement de l'étamine antérieure. Ces faits prouvent, ce dont on ne pouvait douter, que l'androcée des Jasminacées se rattache à un androcée isostémone oppositipétale, peut-être dérivé lui-même d'un type diplostémone; mais où sont leurs vraies affinités? Est-ce avec les Primulinées, malgré le placenta central libre de celles-ci?

» V. La classe des Verbéninées comprend, avec les Verbénacées, les Labiées, les Stilbinées et les Plantaginées.

» La fleur des Verbénacées, bien qu'à type ordinairement pentamère, ne présente habituellement que quatre étamines didynames. Il faut excepter le *Lippia* (tétramère), et le *Tectona*, tous deux isostémones.

» L'organogénie apprend que les quatre mamelons staminaux apparaissent simultanément, contrairement à ce que dit Payer, suivant qui les mamelons antérieurs se produiraient avant les mamelons latéraux dans le *Verbena*, seul genre qu'il ait étudié. Quant à l'étamine postérieure, son avortement est congénital (*Lantana*, *Spielmannia*, *Verbena*, *Vitex*). J'ai toutefois vu la cinquième étamine apparaître accidentellement pour s'atrophier bientôt, dans le *Verbena Aubletia*, où sa formation avait eu lieu en même temps que celle des étamines antérieures et des latérales.

» C'est aussi simultanément que se produit le verticille staminal complet du *Lippia* et du *Tectona*, genres isostémones qui répondent, dans les Verbénacées, au *Verbascum* et au *Calosanthes* parmi les Scrofularinées et les Bignoniacées. On remarquera que ces diverses familles, dans lesquelles l'état anisostémone compte, quoique bien rares, des représentants isostémones, produisent ordinairement leur verticille staminal en une seule fois comme les types restés isostémones (Solaninées, etc.), avec lesquels ils gardent ainsi une sorte d'attache originelle. Par contre, les groupes à androcée toujours isostémone produisent souvent ce dernier en deux ou (si l'étamine postérieure se montre) en trois fois.

» VI. Type des plantes labiatiflores à étamines didynames, les Labiées produisent successivement leurs quatre étamines en deux fois, d'avant en arrière, les étamines latérales ou dernières-nées restant plus petites que leurs aînées. Quant à l'étamine postérieure ou cinquième étamine, que Payer dit se produire toujours, je n'ai pas été assez heureux pour la voir, si ce n'est accidentellement chez le *Mentha piperita*, fait de même ordre que celui signalé plus haut dans le *Verbena Aubletia*, et cependant mes observations ont été étendues à de nombreuses espèces des genres *Ballota*,

Coleus, Hyssopus, Lamium, Phlomis, Plectranthus, Amethystea, Lycopus, Monarda et *Salvia*, genres dont le dernier a été étudié par Payer. J'avais conjecturé, mais à tort, que quelque genre diandre des Labiées ne produirait, comme certaines Acanthacées (*Peristrophe*, etc.) que les deux étamines fertiles; au premier âge, l'*Amethystea*, le *Lycopus*, etc., ne diffèrent pas de celles des Labiées qui auront leurs quatre étamines fertiles.

» VII. Les Stilbinées, regardées par quelques-uns comme des Verbénacées à préfloraison valvaire, se distinguent en particulier de celles-ci par leur androgénie. Le *Stilbe*, en effet, revenant au mode de développement du *Digitalis*, de l'*Acanthus* et des Cyrtandrées, montre la cinquième étamine peu après la naissance des étamines latérales, précédées elles-mêmes dans leur production par les étamines antérieures, qui formeront la grande paire, tandis que l'étamine postérieure sera réduite à l'état de staminode.

» VIII. L'androcée, ordinairement isostémone, et la corolle régulière des Plantaginées ne les font compter parmi les Verbéninées que comme annexe. Cependant, sans parler du *Bougueria*, genre monandre dont je n'ai pu suivre l'androgénie, on trouve, dans le développement des étamines chez quelques *Plantago*, un point de rapprochement avec les plantes à androcée didyname.

» Si, en effet, les quatre étamines du *Littorella* et de la plupart, sans doute, des *Plantago* (*P. major, P. media, P. lanceolata*) produisent à peu près simultanément leurs quatre mamelons staminaux, il en est autrement du *Plantago Coronopus*, dont les deux mamelons staminaux antérieurs se montrent distinctement avant les deux mamelons postérieurs, ainsi que l'avait vu Payer, ce qui n'a même pas lieu chez les Verbénacées dans le *Lippia*, tétramère comme le *Coronopus*, et ce qui ne différerait pas de l'androgénie d'une Labiée, si les verticilles floraux de celle-ci étaient réduits à quatre parties.

» Notons, en passant, que les Plantaginées ont une véritable corolle, dont les quatre parties naissent à la fois, et que l'opinion de M. Barnéoud, suivant laquelle cette corolle résulterait de la transformation d'un verticille d'étamines, est d'autant moins admissible qu'elle suppose l'avortement des pétales, puis leur reproduction par les étamines superposées dans le type obdiplostémone. Les pétales des Plantaginées apparaissent d'ailleurs avec ce caractère spécial, qui tient moins du mamelon que du segment du cercle, bien connu des androgénistes.

» Les Plantaginées doivent-elles, malgré leurs étamines oppositisépales, être rapprochées des Primulinées ou *Cortusales*, comme le propose Lind-

ley? Leur situation actuelle, à la suite des Verbéninées et précédant immédiatement les Primulinées, me paraît mieux satisfaire à leurs affinités diverses.

» Quoi qu'il en soit des Plantaginées, ainsi que des Jasminées, familles simplement annexes aux classes où elles comptent, on remarque, en se reportant à l'androgénie des Personnées, des Sélaginoïdées et des Verbéninées, classes qui forment une sorte de grande alliance, ayant pour caractère commun l'irrégularité de la corolle et des étamines didynames, que les Personnées produisent le plus souvent les cinq mamelons staminaux que réclame la symétrie florale, tandis que chez les Sélaginoïdées et les Verbéninées l'étamine postérieure est le plus habituellement frappée d'avortement congénital. »

« M. **Decharme** adresse une troisième Note sur les effets frigorifiques produits par la capillarité jointe à l'évaporation (voir *Comptes rendus*, novembre 1873, t. LXXVII, p. 998 et 1157).

» Dans la Note actuelle, l'auteur compare les formes variées de la gelée blanche et du givre naturels aux arborescences artificielles qui se produisent par évaporation de certains liquides très-volatils sur les papiers spongieux exposés à l'air libre. Il trouve, entre plusieurs de ces formes, des analogies frappantes qu'il considère comme une nouvelle preuve de la nature purement aqueuse de ce givre artificiel. »

Cette Note, avec les figures qui l'accompagnent, est renvoyée à la Commission précédemment nommée, Commission qui se compose de MM. Chevreul, H. Sainte-Claire Deville, Berthelot.

M. A. **Hatzfeld** adresse une Note relative à l'emploi du sulfate de cuivre, comparé au tannate de fer, comme agent conservateur des bois.

Cette Note, adressée en réponse à une Communication récente de M. Boucherie, est accompagnée d'échantillons de bois de diverses essences qui ont été placés, à diverses reprises, dans des solutions bouillantes d'acide tannique du commerce. D'après les résultats obtenus par lui, l'auteur pense que le dernier mot n'est pas dit au sujet des matières à employer pour la conservation des bois, et que l'industrie pourra trouver des matières plus efficaces et à plus bas prix que le sulfate de cuivre.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Decaisne, Bussy.)

M. **L. Bopp du Pont** adresse une Note concernant ses appareils thermostatiques pour les opérations culinaires.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

M. **A. Maydieu** annonce à l'Académie qu'il met à sa disposition les vignes qu'il possède dans la Gironde, pour les expériences à tenter sur le Phylloxera.

M. **Grimaud** (de Caux) adresse deux observations tendant à confirmer l'efficacité de la submersion des vignes contre le Phylloxera.

« M. Nicollas, propriétaire de vignobles dans la Crau et au Puy-Sainte-Réparade, commune située sur le bord du canal de Marseille, avait totalement perdu, dans l'espace de quinze mois (1869-1870) son vignoble de la Crau, produisant 250 à 300 hectolitres de vin. Au mois de mai 1872, il vit son vignoble du Puy fortement attaqué. Il se décida à l'inonder, sans employer aucune fumure. « Je m'en suis parfaitement trouvé, dit-il dans sa lettre du » 20 février à M. de Falbaine, puisque, sur la récolte de 1873, je n'ai eu qu'un déficit de » 1000 kilogrammes environ de raisin. » L'eau employée au Puy-Sainte-Réparade par M. Nicollas provient du canal de Peyrolles, dont le cours très-lent permet au limon de se déposer en partie au fond de la cunette : elle est donc presque limpide. On en conclut que l'objection faite à M. Faucon est sans valeur et que le limon contenu dans les eaux de la Durance, qu'il emploie, n'est pas nécessaire.

» Le fait suivant n'est pas moins remarquable. Il y a au Tholonet, commune située à 2 kilomètres d'Aix, un propriétaire, M. Vaillant, lequel arrose ses prairies avec les eaux de la rivière qui donne son nom à la commune. Pour conduire ses eaux, il a fait tout récemment une rigole en terre, dominant la prairie. Le propriétaire voisin, situé au-dessous de lui, possède plusieurs rangées de vignes. La rigole en terre laisse filtrer une partie de ses eaux, de telle sorte que la rangée de ceps qui borde la rigole en est imprégnée toutes les fois que M. Vaillant arrose sa prairie. Il en est résulté un état des plus florissants pour cette rangée de ceps, tandis que toutes les autres rangées de la même pièce, non atteintes par l'infiltration, ont déjà péri ou sont complétement ravagées par le Phylloxera. »

M. **P. Teyssier**, M. **Lecoq**, M. **A. Lanza**, M. **F. Michaud**, M. **G. Bertre** adressent des Notes relatives à des procédés de destruction du Phylloxera.

M. **E. Robert** adresse une Note relative à diverses observations concernant les maladies des insectes, au point de vue du Phylloxera.

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** prie l'Académie de lui faire connaître son opinion sur un Mémoire précédent de M. *Montaudon*, concernant un modèle d'aérostat.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. J. **Domeyko** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, divers ouvrages, imprimés en espagnol et relatifs à l'état des sciences ou de l'industrie au Chili. (Voir le détail au Bulletin bibliographique.)

Ces divers ouvrages sont renvoyés à la Commission déjà nommée pour les envois de M. Domeyko, Commission à laquelle MM. Boussingault et Roulin sont priés de s'adjoindre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° « L'Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris »;

2° « L'Année scientifique et industrielle, de M. *L. Figuier* » (XVII[e] vol., 1873);

3° Le Rapport adressé à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par la Commission départementale de l'Hérault, relativement au procédé de la submersion des vignes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Réponse à une réclamation de priorité de M. Béchamp;* par M. **P. Schutzenberger.**

« J'ai l'honneur de prier l'Académie de me permettre de faire une courte réponse aux observations de M. Béchamp. Il semble résulter de la Note insérée aux *Comptes rendus* (p. 645 de ce volume), que mon dernier travail n'est qu'une seconde édition de ses recherches antérieures sur les levûres, ce qui est loin de la réalité.

» Voulant étudier les produits formés pendant la respiration de la levûre, phénomène que j'ai examiné à un autre point de vue, avec M. Quinquaud, j'ai dû, avant tout, déterminer la nature des produits formés par simple macération, sans le concours de l'oxygène. J'ai publié le

résultat de mon analyse immédiate, et j'ai signalé, en passant, ceux des produits que je savais avoir été observés avant moi. Je me suis trouvé, il est vrai, sur un terrain déjà exploré par M. Béchamp, comme je l'ai indiqué, du reste; mais ce qui prouve que le sujet était loin d'être épuisé, et que j'ai apporté devant l'Académie autre chose que des faits connus, c'est que j'ai pu démontrer la formation de *carnine*, de *xantine*, de *sarcine*, de *guanine*, tous corps fort intéressants, qui étaient restés cachés, jusqu'à présent, dans le résidu sirupeux signalé par M. Béchamp. Ces corps établissent, entre la levûre et les cellules animales, un lien plus marqué que la leucine, qu'on a trouvée même dans les végétaux d'un ordre supérieur.

» Quant à la découverte du principe gommeux de la tyrosine et à la preuve du phénomène de désassimilation physiologique de la levûre, je n'hésite pas à en reconnaître la priorité à M. Béchamp. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur le caractère probable de la première quinzaine de mars.* Note de M. DE TASTES, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville (1).

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (séance du 9 février, p. 446 de ce volume), je faisais observer que, tant que le courant aérien, qui porte sur notre continent l'air tiède et humide de l'Atlantique, s'interpose entre nos contrées et les hautes latitudes, nous ne pouvions avoir, pendant l'hiver, d'autres froids que ceux qui sont produits par le rayonnement nocturne des nuits sereines; que les grands hivers ne se manifestent, chez nous, que lorsque nous nous trouvons sur la rive droite de ce même courant, auquel cas les isobares s'étendent en longues lignes à peu près parallèles et plus ou moins ondulées du nord-ouest au sud-est, les hautes pressions apparaissant à l'angle nord-est de la carte d'Europe et s'échelonnant par degrés décroissants du nord-est au sud-ouest. Cette situation atmosphérique a commencé à se dessiner à partir du 25 février dernier. Le 1er et le 2 mars, elle s'accentuait de plus en plus. Le 2 mars, des froids rigoureux se manifestaient en Russie; on observait — 23° à Moscou, — 16° à Saint-Pétersbourg. Bien que ces conditions se produisent à une époque où l'accroissement rapide des jours et l'influence croissante de l'insolation nous protégent contre un retour par trop offensif de l'hiver, il est haute-

(1) Cette Note a été adressée le 3 mars.

ment probable que nous allons passer, dans le courant de la première quinzaine de mars, par des froids assez rigoureux pour la saison où nous sommes. »

GÉOLOGIE. — *Recherches sur l'origine des éléments lithologiques des terrains tertiaires et quaternaires des environs d'Oran.* Mémoire de M. **Bleicher**, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Des Cloizeaux.)

« Il résulte de ces recherches :

» 1° Que l'époque tertiaire moyenne a été surtout l'époque des éruptions de nature trachytique.

» Ces éruptions se manifestent : (*a*) par des cheminées ou dykes de roches trachytiques traversant la partie inférieure du terrain tertiaire moyen ; (*b*) par des couches plus ou moins épaisses de tuf trachytique ordinairement décomposé recouvrant du trachyte scoriacé ou compact (vallon de l'Oued Kebir Mazoutch) ou s'intercalant au milieu des formations tertiaires moyennes (Oran, environs de Mascara) ; (*c*) par des débris de roches trachytiques entrant dans la composition des sédiments de cette même période.

» 2° Ces éruptions paraissent avoir été sous-marines, ce qui explique la stratification régulière de ces produits volcaniques, leur intercalation au milieu des couches tertiaires moyennes fossilifères, leur richesse en sel marin (Oran) ; elles ont surtout été abondantes dans la région littorale de la province, région des fractures.

» 3° A cette même époque, et peut-être en vertu d'une dissociation des éléments du trachyte, il y a eu éjaculations d'énormes quantités de silice, d'où la formation de couches régulières de silex rubané, de couches siliceuses et schisteuses (couches à Diatomées, à Polycystines et à Poissons) de l'Helvétien de Mascara, du Sahélien d'Oran, d'Arbal, de Perrégaux, etc.

» 4° Ces éruptions ont duré pendant une grande partie de la période tertiaire moyenne, mais ont surtout été abondantes pendant le dépôt du Sahélien (Pomel), partie supérieure du tertiaire moyen.

» 5° Les éléments du pliocène sont généralement d'origine détritique.

» 6° Il y a lieu de distinguer, à l'exemple de M. Pomel, le quaternaire ancien du quaternaire récent. L'activité des sources hydrothermales et des phénomènes volcaniques a été portée à son maximum d'intensité pendant la durée du quaternaire ancien.

» 7° C'est à cette époque qu'il faut, selon toute probabilité, rapporter la formation du *conglomérat gypseux* qui recouvre tous les étages secondaires et tertiaires et n'est recouvert (Perrégaux) que par les sables quaternaires.

» 8° Ce conglomérat gypseux s'explique par l'apport interne de *sources* hydrothermales qui ont modifié chimiquement et physiquement les couches au milieu desquelles elles ont surgi.

» 9° Des réactions chimiques opérées par ces sources thermales et de l'apport interne sont résultés du gypse, de l'argile verte, de la dolomie, du fer oligiste souvent spéculaire, du quartz, du silex en amygdaloïdes géodiques, du sel gemme, de la pyrite de fer.

» 10° Des phénomènes physiques ou dynamiques qui ont accompagné la formation de ce conglomérat sont résultés le démantèlement des couches tertiaires, et la venue au jour de blocs volumineux de roches étrangères à la contrée, gneiss, pegmatite, diorite, amphibolite, roches vertes.

» 11° La dénudation qui a donné lieu à la formation du quaternaire ancien dans les environs d'Oran, et spécialement sur le revers septentrional de la chaîne du Tessala, a été puissamment aidée par la formation du conglomérat, qui s'est probablement accompagnée et surtout terminée par des éjaculations de grandes masses d'eau et peut-être de boue argiloferrugineuse.

» 12° C'est encore à la période quaternaire ancienne qu'il convient de placer certaines éruptions basaltiques, spécialement celles que l'on peut observer dans les environs d'Aïn-Temouchent; en ce point le basalte recouvre le tuf quaternaire et des travertins avec nombreux fossiles (coquilles actuelles).

» 13° Ces éruptions, qui ont donné naissance au conglomérat et au basalte, ont eu probablement lieu sur la terre émergée.

» 14° Certains amas et filons ferrugineux des environs d'Oran, traversant les schistes secondaires, pénétrant dans les bancs du tertiaire moyen supérieur, appartiennent probablement au quaternaire ancien et expliquent la présence, dans les couches supérieures de ces régions, d'un manteau d'argile ferrugineuse et siliceuse.

» 15° L'origine hydrothermale de ces amas et filons de fer oligiste compacte ou micacé, très-manganésifère, ne peut guère être mise en doute, car la matière minérale s'est substituée molécule à molécule au test ou au parenchyme des Mollusques fossiles et des Polypiers du tertiaire moyen supérieur. »

« M. **Des Cloizeaux** présente à l'Académie, de la part de M. *A. Nordenskiöld*, un certain nombre de photographies prises au Spitzberg, à la fin du séjour que l'expédition suédoise au pôle nord, dirigée par M. Nordenskiöld, a été condamnée à y faire pendant l'hiver de 1872 à 1873.

» Plusieurs de ces photographies représentent les beaux glaciers situés sur divers points de la côte du Spitzberg nommés Smerenberg-Bay, Foul-Bay, Skans-Bay et Fair Haven; une autre, datée d'avril 1873, montre les trois principaux bâtiments de l'expédition pris à Mossel-Bay au milieu de la mer de glace qui les avait enfermés dès la fin de 1872.

A ces vues intéressantes est joint le *portrait* de la plus grande masse de fer météorique connue, celle qui a été découverte avec plusieurs autres de moindre dimension, à Ovifak, au Groënland, par M. Nordenskiöld, en 1870. Cette masse, dont M. Daubrée a déjà entretenu l'Académie, pèse 21000 kilogrammes et elle vient d'être amenée à Stockholm, pour y être déposée dans le Musée royal. »

M. le Président de l'Académie remercie M. Nordenskiöld, pour la Communication qui vient de lui être faite en son nom.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et de Chirurgie, par l'organe de son doyen, M. **Andral**, présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *Nélaton* :

En première ligne . . .	M. **Gosselin**.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique . .	M. **Broca**. M. **Demarquay**. M. **Richet**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique . .	M. **Marey**. M. **Vulpian**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues pendant le mois de Février 1874.

Actes de la Société d'Ethnographie; janvier et février 1874; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; février, mars 1874; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; liv. 4, 1874; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; liv. 8, 1874; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; août 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; février 1874; in-8°.

Annales industrielles; n°s 6 à 10, 1874; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, n^{os} des 1, 8, 15, 22 février 1874; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; février 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; t. VII, n° 12, 1873; t. VIII, n° 1, 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 12, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Revue bibliographique, C. D. 1874; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; janvier 1874; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; février 1874; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique; n°s 20 à 22, 1874, in-8°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; t. IX, n° 2, 1874; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; n^{os} des 15 et 28 février 1874; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 8, 1873; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; t. XIII n° 1, 1874; in-4°.

Catalogue des Brevets d'invention; n° 6, 1873; in-8°.

Gazette de Joulin; n°s 9 et 10, 1874; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; n°s 16 à 29, 1874; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; n°s 4 et 5, 1874; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 6 à 10, 1874; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* octobre à décembre, 1873; in-8°.

Iron; nos 56 à 60, 1874; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 6 à 10, 1874; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; janvier 1874; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 4 et 5, 1874; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; février 1874; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 3e et 4e trimestres, 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février 1874; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; février et mars 1874; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 28 février 1874; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 43 à 47, 1874; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; février 1874; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 252 à 255, 1874; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 1 à 3, 1874; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 6 à 9, 1874; in-4°.

L'Aéronaute; février 1874; in-8°.

L'Art dentaire; février 1874; in-8°.

L'Art médical; février et mars 1874; in-8°.

L'Imprimerie; n° 3, 1873; in-4°.

La Nature; nos 36 à 39, 1874; in-4°.

La Tribune médicale; nos 285 à 288, 1874; in-4°.

Le Gaz; n° 8, 1874; in-4°.

Le Messager agricole; t. V, n° 1, 1874; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 4, 5, 1874; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 6 à 10, 1874; in-4°.

Le Rucher du Sud-Ouest; n° 2, 1874; in-8°.

Les Mondes; nos 5 à 10, 1874; in-8°.

Marseille médical; nos 1 et 2, 1874; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; octobre à décembre 1874; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; décembre 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; n° 2, 1874; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres,* janvier 1874; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; février 1874; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n° 34, 1874; in-8°.

Revista di Portugal e Brazil; février 1874; in-4°.

Revue bibliographique universelle; février 1874; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; février 1874; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; nos 4, 5, 1874; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; nos 4 à 9, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; février, mars 1874; in-8°.

Revue agricole et horticole du Gers; février 1874; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; VIe série, t. I, n° 1, 1874; in-8°.

Revue scientifique, nos 32 à 35, 1874; in-4°.

Société entomologique de Belgique, nos 95, 96, 1874; in-8°.

Société linnéenne du nord de la France. Bulletin mensuel, nos 17, 18, 19, 1874; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; nos 2, 3, 1874; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; nos 3, 4, 1874; in-4°.

The Journal of the Franklin Institute; janvier, 1874; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 MARS 1874.

(SUITE.)

Apparenze straordinarie della luce zodiacale la sera del 12 dicembre 1873, e di un passaggio straordinario di stelle cadenti osservato in Urbino la sera stessa; Lettere del S. C. prof. Al. SERPIERI al prof. Schiaparelli. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Studi sulle Perseidi osservate in Urbino nel 1873; Nota del S. C. prof. A. SERPIERI. Milano, 1874; br. in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1873; part I, II. London, Longmans, 1874; in-4°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. VIII, part VI. London, Longmans, 1873; in-4°.

The Mediterranean Pilot; vol. I. London, printed J.-D. Potter, 1873; in-8°.

The China sea directory; vol. IV. London, printed J.-D. Potter, 1873; in-8°.

The Red sea Pilot; second edition, 1873. London, printed J.-D. Potter, 1873; in-8°.

Tide Tables for the british and iris ports, for the year 1874. London, printed J.-D. Potter, 1874; in-8°.

The admiralty list of lights in south America western coast of north America, Pacific, Islands, etc., 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; br. in-8°.

The admiralty list of lights in the Mediterranean, Black and Azof seas and gulf of Suez 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; br. in-8°.

The admiralty list of lights in the North sea (Belgium, Holland, Denmark, Prussia, Russia, Sweden, Norway), the Baltic and the Withe seas, 1874. London, printed G. Eyre and Spottiswoode, 1874; br. in-8°.

The admiralty list of lights in the United-States of America 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; in-8°.

The admiralty list of lights in the British islands, 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; in-8°.

The admiralty list of the lights in the coasts and lakes of british north America, 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; in-8°.

The admiralty list of lights in south Africa, east Indies, China, Japan, Australia, Tasmania and New-Zealand, 1874. London, printed G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; in-8°.

The admiralty list of lights on the north and west coasts of France, Spain and Portugal, 1874. London, G. Eyre and W. Spottiswoode, 1874; in-8°.

The admiralty list of lights in the west India Islands and adjacent coasts, 1874. London, G. Eyre and Spottiswoode, 1874; br. in-8°.

The admiralty list of lights on the west, south and southeast coasts of Africa, 1874. London, G. Eyre and Spottiswoode, 1874; br. in-8°.

Ces ouvrages, publiés par l'*Hydrographic Office admiralty*, sont accompagnés de 28 cartes.

Results of astronomical observations made at the royal Observatory, cape

of Good-Hope in the year 1857, *under the superintendence of sir* Th. MACLEAR. Cap Town, S. Salomon, 1872; 1 vol. in-8°.

Astronomische Mittheilungen; von Dr R. WOLF, December 1873; br. in-8°. (Présenté par M. Faye.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 MARS 1874.

Anales de la Universidad de Chile; 1a seccion : *Memorias cientificas i literarias* 1871-1872. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1871-1872; 2 vol. in-8°.

Anales de la Universidad de Chile; 2a seccion : *Boletin de Instruccion publica* 1871-1872. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1871-1872; 2 vol. in-8°.

Apendice a los Anales de la Universidad correspondiente a 1871. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1871; in-8°.

Lei de presupuestos de los gastos jenerales de la Administracion publica de Chile para el ano de 1873. Santiago, imp. de la libreria del *Mercurio;* in-4°.

Estadistica comercial de la Republica de Chile correspondiente al ano de 1871. Valparaiso, imp. del *Mercurio,* 1872; in-4°.

Cuenta jeneral de las entradas i gastos fiscales de la Republica de Chile en 1871. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1872; in-4°.

Num. 1 : *Sesiones ordinarias de la Camara de Senadores en* 1872. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1872; in-4°.

Num. 2 : *Sesiones estraordinarias de la Camara de Deputados de* 1872. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1872; in-4°.

Anuario estadistico de la Republica de Chile correspondiente a los anos 1870 *i* 1871. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1872; in-4°.

Resena de los trabajos de la Universidad desde 1855 *hasta el presente. Memoria presentada al Consejo de la Universidad en sesion de* 4 *de octubre de* 1872; *por* el senor rector, don J. DOMEYKO. Santiago, Imprenta nacional, 1872; in-8°.

Memoria que el Ministro de Estado en el departamento de Justicia, Culto i Instruccion publica presenta al Congreso nacional de 1872. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1872; in-8°.

Compilacion de leyes i decretos vijentes en materia de instruccion publica, obra arreglada por M. E. BALLESTEROS. Santiago de Chile, imp. de el *Independiente,* 1872; in-8°.

Apendice a la Memoria de relaciones esteriores presentada al Congreso na-

cional de 1872 *por* el Ministro DEL RAMO. Santiago de Chile, imp. de la *Republica*, 1872; in-8°.

Edicion oficial de la Ordenanza de aduanas de la Republica de Chili, promulgada por el supremo Gobierno en 26 de diciembre de 1872, anotada i comparada. Apendice al Boletin de los SS. Larrain, Zanartu. Valparaiso, imp. de la *Patria*, 1873; in-8°.

Conclusion de la Memoria de Marina de 1872. Santiago, Imprenta nacional, 1872; in-8°.

Tratado de ensayes tanto por la via seca como por la via humeda; por J. DOMEYKO. Santiago de Chile, Imprenta nacional, 1873; in-8°.

Estudio sobre las aguas minerales de Chile; por D.-J. DOMEYKO. Santiago, Imprenta nacional, 1871; in-8°.

Elementos de la Filosofia del espiritu humano escritos por VENTURA-MARIN, *para el uso de los alumnos del Instituto nacional de Chile.* Santiago de Chile, imp. Chilena, 1872; in-8°.

Los precursores de la independencia de Chile; por M. L. AMUNATEGUI. Santiago, imp. de la *Republica*, 1870-1872; 3 vol. in-8°.

Memoria de colonizacion presentada al Congreso nacional de 1872 *por* el Ministro DEL RAMO. Santiago de Chile, imp. de el *Independiente*, 1872; in-8°.

Colonizacion de Llanquihue, Valdivia i Arauco, etc.; por J.-A. VARAS. Santiago, imp. de la *Republica*, 1872; in-8°.

Memoria que el Ministro de Estado en el departemento del Interior presenta al Congreso nacional de 1872. Santiago de Chile, Imp. nacional, 1872; in-8°.

Apendice a la Memoria del Interior de 1872. Santiago, Imprenta nacional, 1872; in-8°.

Memoria de relaciones exteriores, presentada al Congreso nacional de 1872, *por el Ministro* DEL RAMO. Santiago de Chile, imp. de la *Republica*, 1872; in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1874.)

Page 655, ligne 28, *au lieu de* Batke, *lisez* Ratke.

Page 657, ligne 13, *au lieu de* adhérences normales, *lisez* adhérences anormales.

Page 657, ligne 15, *au lieu de* est entraînée par la mue, *lisez* n'est pas entraînée par la mue.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matiè l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:*

Pour Paris . . . . 20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine . . . . 30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Chaque année, composée de 2 *volumes in-4°, se vend séparément* 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

A Agen	Allègre.
Amiens	Prévost-Allo.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Barassé. Lachèse, Bellenvre et Cie.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Chaumas. Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Berthelage.
Dijon	Lamarche.
Grenoble	Drevet.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Mme Tiret.
Lyon	Beaud. Palud.
Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Nantes	Douillard frères. Mme Veloppé.
A Nancy	Mlle Gonet. Grosjean.
Nîmes	Giraud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Létang.
Rennes	Hauvespre. Verdier.
Rochefort	Boucard. Valet.
Rouen	Lebrument. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe. Ravel.
Toulouse	Gimet. Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

A Metz	Ballet. Rousselot. Warion.
Mulhouse	Perrin.
Strasbourg	Derivaux. Simon. Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq. Muquardt.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Lebrun-Devigne.
Genes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Blanc, Imer et Lebat.
Leipsig	Brockhaus. Dürr. Voss.
Liége	Bounameaux. Gnusé.
Lisbonne	Silva junior et Cie.
Londres	Asher et Cie. Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
Moscou	Gautier.
A Madrid	Bailly-Baillière. Duran. Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Mme Ve Moré. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bloggi.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Bonnier. Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Trieste	Münster.
Turin	Bocca frères. Marietti.
Varsovie	Hösick. Gebethner et Wolff
Venise	Münster.
Vérone	Münster.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Orell, Füssli et Cie. Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. . . . . 20 f
Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix . . . . 20 f

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbatio qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement da la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches .... 25 f

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie d Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les diff » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultané » — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, av 27 planches, 1861 .... 25 f

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 10.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 Mars 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 12 (23 Mars 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des phénomènes de la dissolution; réaction de l'eau sur l'acide azotique;* par M. **Berthelot**.

« Dans le cours de mes recherches sur la formation des oxydes de l'azote, j'ai été conduit à mesurer la chaleur dégagée lorsqu'on étend d'eau l'acide azotique diversement concentré; j'ai réuni et complété ces résultats, et je vais les présenter, afin de m'en servir pour discuter certains problèmes de mécanique chimique.

» 1. *Tableau des chaleurs de dilution.* — J'ai opéré en étendant, avec un volume d'eau considérable, un poids connu d'un acide azotique, tantôt pur, tantôt déjà uni avec une certaine proportion d'eau. Toutes les expériences ont été exécutées entre 9 et 10 degrés (température initiale).

Acide réel en poids.	Eau.	Formule.	Densité trouvée.	Eau ajoutée.	Chaleur dégagée pour $AzO^6H = 63^{gr}$.
					Cal
99,45	0,55	$AzO^6H + 0{,}02H^2O^2$	1,537 à 11°	$116H^2O^2$	+7,10 à —0,02
82,4	17,6	+ 0,75	1,477	150	+4,27
77,0	23,0	+ 1,06	1,452	160	+3,75
61,35	38,65	+ 2,205	»	205	+2,02

Acide réel en poids.	Eau.	Formule.	Densité trouvée.	Eau ajoutée.	Chaleur dégagée pour $AzO^6H = 63^{gr}$. Cal
48,8	51,2	$AzO^6H + 3,665H^2O^2$	» à 11°	$106H^2O^2$	+0,95 à −0,02
42,7	57,3	+ 4,70	1,273	125	+0,56
35,7	64,3	+ 6,3	»	160	+0,20
30,4	69,6	+ 8,00	»	190	−0,036
24,8	75,2	+10,625	»	57	−0,065
18,9	81,1	+15,05	»	85	−0,21
3,4	96,6	+100	»	100	−0,04

» La limite d'erreur due aux lectures du thermomètre est −0,02 environ, pour les observations des liqueurs les plus diluées; mais l'erreur probable est un peu plus élevée, et ne doit pas être attribuée entièrement au thermomètre, attendu que le calcul exige des déterminations alcalimétriques et des mesures de densité et de volume, dont les erreurs sont indépendantes les unes des autres.

» 2. A l'aide des expériences, j'ai construit le tableau suivant, applicable à la température de 9°,7, et qui se prête mieux aux comparaisons :

Formule de l'acide primitif $AzO^6H+nH^2O^2$.	Chaleur dégagée par la dilution, calculée par interpolation =Q, pour un acide final $AzO^6H + 200H^2O^2$.	Calcul d'après les formules empiriques.	
AzO^6H	+7,15	+7,18	
$AzO^6H + 0,5H^2O^2$	+5,15	+5,16	
1,0	+3,84	+3,86	
1,5	+3,02	+2,96	
2	+2,32	+2,29	
3	+1,42	+1,39	
4	+0,79	+0,79	
5	+0,42	+0,37 et	+0,35
6	+0,20	»	+0,20
7	+0,06	»	+0,10
7,5	+0,00	»	+0,055
8	−0,04	»	+0,02
10	−0,09	»	−0,13
15	−0,24	»	−0,24
20	−0,18	»	−0,18
40	−0,09	»	−0,09
$100H^2O^2$	−0,03	»	−0,036

» 3. L'*interpolation* a été faite à l'aide d'un calcul fondé sur la marche des différences entre les nombres donnés par l'expérience. Les *formules*

empiriques de la troisième colonne sont les suivantes :

$$Q = \frac{16,25}{1,773 + n} - 2,04 \quad \text{de } n = 0 \quad \text{à } n = 5;$$

$$Q = \frac{4,4}{n} - 0,53 \quad \text{de } n = 5 \quad \text{à } n = 15;$$

$$Q = -\frac{3,60}{n} \quad \text{de } n = 15 \text{ à } n = 200 \text{ et au delà.}$$

Leur emploi peut rendre service dans les applications, à la condition de tenir compte aussi de la température, comme on le dira plus loin.

» Peut-être n'est-il pas inutile d'observer que les nombres tirés de telles formules empiriques fournissent seulement une approximation, mais sans offrir une exactitude comparable à celle des expériences mêmes. Ils ne doivent leur être substitués ni dans un calcul rigoureux, ni pour contrôler les mesures expérimentales, comme l'ont fait quelques personnes, par une méprise difficile à comprendre, dans la discussion des valeurs relatives à l'hydratation de l'acide chlorhydrique. On le concevra mieux encore en observant que ces formules ne peuvent pas servir pour la recherche des points singuliers qui caractérisent les hydrates définis dans la courbe d'hydratation, attendu qu'elles tendent à faire disparaître ces points singuliers, en y substituant une marche plus simple et fondée sur la continuité.

» 4. La *courbe graphique*, construite en prenant les chaleurs dégagées par une même dilution finale ($200 H^2O^2$) comme ordonnées, et les nombres d'équivalents d'eau de l'acide initial comme abscisses, représente plus fidèlement les expériences. Cette courbe, de forme hyperbolique, est analogue à celles qui caractérisent la dilution des hydracides (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 681-683 pour HCl, HBr, HI), et des alcalis (p. 1044 pour KHO^2; p. 1047 pour $NaHO^2$; p. 1107 pour AzH^3). Elle exprime d'une manière générale que la chaleur de dilution décroît à peu près en sens inverse de l'eau déjà unie avec l'acide; mais sa marche offre des particularités intéressantes. Au début, et surtout au voisinage de $2H^2O^2$, elle est presque rectiligne; un nouvel arc suit, avec une très-faible courbure, jusque vers $5H^2O^2$; puis la courbure se prononce. Vers $7,5H^2O^2$, la courbe coupe l'axe des x et descend jusqu'à un minimum situé vers $15H^2O^2$. Enfin la courbe remonte asymptotiquement vers l'axe des x, en demeurant constamment au-dessous. Cette forme compliquée est analogue à celle des courbes des hydrates alcalins fixes. On peut en tirer la recherche des hydrates définis, l'étude de la dilution progressive, enfin l'influence de la température sur les valeurs nulle et minima de la chaleur dégagée.

» 5. *Hydrates définis.* J'ai déjà insisté sur l'emploi des courbes thermiques d'hydratation dans la recherche des hydrates définis liquides; mais il me paraît utile d'entrer dans certains détails, en raison de quelques méprises récentes commises à cet égard, l'emploi des formules empiriques ayant été substitué par erreur à celui de la courbe dont elles effacent les particularités. Soit en effet un acide concentré, mis en présence de quantités d'eau progressivement croissantes; et supposons qu'il tende à se former un hydrate défini et non dissocié (au moins d'une manière sensible). Tant que la formation de cet hydrate ne sera pas complète, la chaleur dégagée se composera de deux parties : la principale, due à la combinaison, est proportionnelle au poids de l'eau ajoutée; l'autre est due au mélange de l'hydrate défini qui prend naissance, avec l'acide non hydraté qui subsiste encore. En négligeant cette dernière quantité, la courbe graphique se réduirait à une ligne droite, dans l'intervalle qui répond à la formation de l'hydrate défini; mais elle n'est réellement négligeable qu'au voisinage de la limite. Au delà se forment encore de nouveaux hydrates, qui répondent à un dégagement de chaleur beaucoup plus faible, comme je l'ai établi par l'étude des hydrates cristallisés formés par les alcalis fixes. Si ces hydrates n'étaient pas dissociés dans la liqueur, leur formation tendrait aussi à être exprimée par une ligne droite, faisant un angle beaucoup plus petit que la première avec l'axe des x. S'ils sont dissociés, leur formation se traduira par une courbe hyperbolique, qui représente la suite indéfinie des équilibres entre l'eau, l'acide et son hydrate ou ses hydrates dissociés. Dans tous les cas, il y aura un point saillant à la jonction de la courbe avec la ligne droite, c'est-à-dire au moment où la formation de l'hydrate défini est devenue complète. C'est donc la recherche des points saillants, dans la courbe graphique, qui caractérise les hydrates définis.

» En fait, cette recherche est moins simple que je ne viens de le dire, à cause des actions thermiques secondaires dues au mélange physique des liquides et aussi parce que les hydrates définis offrent toujours quelque léger indice de dissociation; de telle sorte que la formation d'un nouvel hydrate commence à faire sentir son influence un peu avant le terme où la formation du premier hydrate est presque accomplie. Aussi ne peut-on pas préciser d'une manière absolue la composition de ces hydrates d'après la courbe thermique, mais seulement d'une façon approchée.

» En appliquant ces notions à la courbe de l'acide azotique, on trouve l'indice de plusieurs points saillants, c'est-à-dire de plusieurs hydrates définis. Le premier et le plus manifeste est situé au voisinage de $AzO^6H + 2H^2O^2$

Il répond sans aucun doute à l'hydrate qui se vaporise à froid avec une composition identique à celle de la liqueur, lorsqu'on dirige dans celle-ci un courant gazeux. En effet, d'après M. Roscoë, cet hydrate à 13 degrés renferme 64,0 d'acide et 36,0 d'eau. A 60 degrés, la composition en est encore à peu près la même (64,5); puis la dissociation s'accentue peu à peu, de telle sorte qu'à 120°,5 l'acide distillé sous la pression normale renferme jusqu'à 68 pour 100 d'acide réel.

» Un second hydrate défini, mais moins net, semble, d'après la courbe, situé vers 5 à 6 H^2O^2. Or cette concentration répond à la composition de l'eau-forte des graveurs, dont l'usage traditionnel paraît traduire la limite de certaines réactions d'oxydation à l'égard des métaux. J'ai trouvé une limite analogue : $AzO^6H + 6,3H^2O^2$, pour le degré de concentration de l'acide azotique qui commence à précipiter l'azotate de baryte de ses solutions aqueuses saturées, sans doute en enlevant au sel dissous l'eau nécessaire pour constituer un hydrate azotique défini.

» 6. *Points nul et minimum. Dilutions successives.* — La courbe coupe l'axe des x vers $7,5H^2O^2$ et atteint un minimum vers $15H^2O^2$; de là résultent les effets que voici : tant que la concentration de l'acide est supérieure à $AzO^6H + 7,5H^2O^2$, toute addition d'eau dégage de la chaleur, toute soustraction en absorbe. Au contraire, pour toutes les concentrations inférieures à $AzO^6H + 15H^2O^2$, toute addition d'eau absorbe de la chaleur, toute soustraction en dégage. Au terme du minimum $15H^2O^2$, toute addition d'eau, comme toute soustraction, absorbe de la chaleur. Enfin, entre ces deux limites $7,5H^2O^2$ et $15H^2O^2$, toute addition d'eau au-dessous d'une proportion donnée dégage de la chaleur; au delà, elle en absorbe. Par exemple, l'acide à $7,5H^2O^2$ dégage de la chaleur par toute addition d'eau inférieure à $192,5H^2O^2$, l'acide à $10H^2O^2$ dégage de la chaleur par toute addition inférieure à $30H^2O^2$; pour cette proportion, l'effet est nul; au delà, il y a absorption. J'ai vérifié ces conséquences de la théorie par des expériences directes; mais je n'ai jamais observé, et il me paraît contraire à toutes les analogies, qu'une dilution produisant du froid soit suivie par une dilution plus grande développant de la chaleur : je regarde les indications données à cet égard par M. Thomsen (*Berichte der D. G. zu Berlin*, p. 700, 1873), pour les solutions azotiques renfermant $80H^2O^2$ et $160H^2O^2$, comme inexactes; une erreur de 0°,01 à 0°,015 suffit pour les expliquer : on aurait donc tort d'en tirer quelque conclusion théorique.

» 7. *Influence de la température.* — Cette influence mérite une attention spéciale, car elle modifie rapidement les points nul et minimum, aussi

bien que les effets intermédiaires d'une dilution progressive; tandis qu'elle laisse subsister les conclusions relatives aux hydrates définis pendant un intervalle de température bien plus étendu. On la conclut de la formule

$$Q_T - Q_t = U - V.$$

» $AzO^6H + nH^2O^2$ devenant $AzO^6H + 200\,H^2O^2$, c'est-à-dire $n < 200$, on a constamment $U > V$; la chaleur de dilution va donc croissant sans cesse avec l'élévation de température. En fait, d'après les expériences de Hess, de M. Thomsen, et les miennes sur la chaleur spécifique de ces dissolutions, on trouve

$n = 0 : U - V = +0{,}040\ (T - t)$, $n = 10 : U - V = +0{,}0181\,(T - t)$,
$n = 20 : U - V = +0{,}0116\,(T - t)$, $n = 40 : U - V = \ 0{,}0051\,(T - t)$,
$n = 80 : U - V = +0{,}001\ (T - t)$,

soit à peu près : $(U - V) \times \frac{1000}{T - t} = \frac{400}{n + 9{,}2} - 3{,}5$. Soit, par exemple, l'acide pur à 100 degrés, son mélange avec $200\,H^2O^2$ dégagera $+ 10^{Cal},8$ (au lieu de $+ 7{,}15$ à $9^o{,}7$); tandis qu'à -20 degrés la chaleur dégagée tombe à $+ 6^{Cal},0$. On voit par ces chiffres combien est trompeuse la recherche thermique d'une constante numérique commune aux réactions des liquides. Les acides sulfurique, chlorhydrique, tartrique, la potasse, la soude, l'ammoniaque offrent des variations non moindres, mais dont la loi est différente et parfois même le signe opposé, pour une différence de température identique.

» Cependant quelques degrés de plus ou de moins ne changent guère la chaleur dégagée quand celle-ci est considérable, remarque qui s'applique aux hydrates définis les plus simples; par exemple, l'union de AzO^6H avec $2\,H^2O^2$ dégage $+ 4{,}82$ à 10 degrés; $+ 4{,}78$ à zéro; $+ 4{,}98$ à 50 degrés.

» Mais il en est autrement si la chaleur dégagée ou absorbée est faible, comme il arrive pour les solutions étendues auxquelles on ajoute une grande quantité d'eau. En effet le terme qui s'ajoute, terme proportionnel à la variation de température, ne tarde pas à surpasser la valeur initiale. Par suite le point où la courbe coupe l'axe des x, c'est-à-dire la composition de l'acide qui ne dégage pas de chaleur lorsqu'on le dilue jusqu'à $200\,H^2O^2$ se déplace rapidement, à mesure que la température devient supérieure à $9^o{,}7$. Vers 18 degrés il est voisin de $10\,H^2O^2$. A $+ 26^o$ et au-dessus, la courbe cesse même de rencontrer l'axe des x et lui devient supérieure et asymptotique, c'est-à-dire que toute dilution donne

lieu à un dégagement de chaleur. J'ai vérifié par expérience cette conclusion importante de la théorie. Le minimum se déplace pareillement, et il cesse d'exister dès que la courbe ne rencontre plus l'axe des x. On voit par là que les relations simples entre le minimum thermique et la chaleur spécifique moléculaire de l'acide qui offre ce minimum à 18 degrés, relations que M. Thomsen avait annoncées (*loco citato*), ne sauraient exister, la composition qui répond au minimum changeant rapidement avec la température, tandis que la chaleur spécifique demeure à peu près constante pour une composition donnée. Du reste, les nombres mêmes que j'ai obtenus, réduits à la température de 18 degrés, concordent avec ceux que cet auteur a trouvés pour l'hydratation de l'acide azotique; les nombres antérieurs de M. Hess en sont également voisins.

» D'après les indications que je viens d'exposer, la courbe d'hydratation de l'acide azotique se déforme à mesure que la température s'élève. Ses ordonnées croissent toutes, mais d'autant plus vite qu'elles répondent à une moindre valeur de x, c'est-à-dire que l'acide est plus concentré. En même temps qu'elle perd son minimum, et remonte au-dessus de l'axe des x, la courbe devient plus régulière et plus tendue. Si j'insiste sur ces relations délicates, déduites de l'étude des chaleurs spécifiques, c'est que les transformations singulières de la courbe d'hydratation, et le fait d'un minimum négatif, au-dessous d'une certaine température, lequel disparaît à une température plus haute, se retrouvent dans les courbes de l'hydrate de soude, de l'hydrate de potasse, de l'acide chlorhydrique, etc.

» 8. *Volumes moléculaires.* — La formule approximative (pour $AzO^6H + nH^2O^2$)

$$V = 18n + 29 + \frac{39}{n + 3,2}$$

représente la marche générale de mes mesures et de celles de M. Kolb, qui a fait une étude complète des densités de l'acide azotique. Une formule empirique de ce genre, développée suivant les puissances négatives de n, donne une image physique plus nette des changements de volume que les formules ordinaires, qui expriment les densités en fonction de la composition centésimale; pour plus d'exactitude, il conviendrait d'y tenir compte de la température.

» 9. *Chaleur dégagée par les équivalents d'eau successifs.* — Cette quantité peut être déduite de mes tableaux. La voici, comparée avec les nombres relatifs aux acides sulfurique, chlorhydrique et aux alcalis.

AzO^6H +	SO^4H	HCl	KHO^2	$NaHO^2$	AzH^3
1er HO dégage + 2,00	+ 3,14	»	»	»	»
2e HO...... + 1,31	+ 1,54	»	»	»	»
3e......... + 0,82	+ 0,87	»	»	»	
4e......... + 0,70	2 × 0,50 (4e et 5e)	»	»	»	2×0,40
5e et 6e + 2 × 0,55	4 × 0,23 (6e à 9e)	2×0,77	»	1,0 (6e)	2×0,09
7e et 8e + 2 × 0,31		2×0,51	2×0,48	2×0,48	
9e et 10e + 2 × 0,19	»	2×0,28	2×0,23	»	4×0,03
11e au 20e + 10 × 0,05	10 × 0,065	10×0,13	10×0,07	»	»

» Il ressort de ce tableau que la chaleur, dégagée par l'addition d'un équivalent d'eau avec les acides et les bases, décroît en général suivant une loi analogue à une progression géométrique, quand les équivalents d'eau (n) croissent en progression arithmétique; la remarque, je crois, en a été déjà faite. On a donc à peu près

$$Q = \frac{A}{\rho^n},$$

ρ étant un nombre voisin de l'unité, un peu variable et de la forme $\frac{n}{n+b}$.

» Comme la chaleur dégagée ne varie pas par sauts brusques avec la concentration, mais d'une manière continue, il est permis d'admettre une relation semblable entre les chaleurs dégagées par l'addition successive d'un même poids d'eau, plus petit qu'un équivalent, et même aussi petit que l'on voudra (sauf quelques réserves pour les hydrates définis). De là résulte un rapprochement intéressant.

» 10. *Forces électromotrices.* — En effet, M. Becquerel, dans ses remarquables expériences sur la force électromotrice des solutions acides et alcalines (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1132) a été conduit à représenter ces forces par une expression $x = \frac{a}{r^n}$, tout à fait analogue. A la vérité, les valeurs numériques de la fonction thermique, tout en suivant une marche pareille, ne sont pas identiques; mais il ne saurait guère en être autrement, les quantités de chaleur mesurant la somme complexe de divers effets, les uns chimiques et les autres physiques. La similitude des deux expressions ne m'en a pas moins frappé. Ne pourrait-on pas s'en rendre compte, en supposant que les forces électromotrices mesurées par M. Becquerel, qui met l'eau et l'acide en contact par l'intermède de la fente d'un tube fêlé, se rapportent à l'action exercée par une quantité d'eau très-petite, transsudant par la fente au sein d'une grande masse de la liqueur acide? Les expériences de Graham, relatives à l'endosmose entre l'eau et les solutions acides,

séparées par une paroi terreuse, indiquent que l'osmose *a lieu, en effet*, de l'eau vers l'acide. Les forces électromotrices exprimeraient cette réaction, et leur décroissement avec la dilution de l'acide suivrait, conformément à une loi connue, la même marche générale que le décroissement des quantités de chaleur qui répondent à la réaction chimique, celles-ci comme celles-là pouvant servir de mesure aux affinités.

» Je prends la liberté de soumettre mon interprétation au vénéré doyen de la Section de Physique. »

CHIRURGIE. — *Sur une opération de transfusion du sang, faite par M.* Béhier *à l'Hôtel-Dieu.* Note de M. Bouley.

« M. Béhier n'a pas voulu communiquer ce fait à l'Académie des Sciences avant que le succès fût bien établi et tout à fait confirmé. La malade a quitté ces jours-ci l'Hôtel-Dieu, dans un état de santé parfaite.

» Au moment où M. Béhier a pratiqué la transfusion, la malade semblait menacée d'une mort immédiate. Le pouls était imperceptible, la faiblesse telle, que tout mouvement était impossible, la vue était presque éteinte, la parole impossible. Toute substance, ingérée en si petite proportion que ce pût être, était immédiatement vomie. Un écoulement sanguin peu abondant, mais absolument incoercible, avait lieu par les parties génitales. La cause de cet état était une métrorrhagie incessante, probablement consécutive à une fausse couche.

» Dans sa leçon, le professeur, après avoir exposé l'état de la malade, les motifs qui l'ont conduit à recourir à la transfusion, et après avoir exposé méthodiquement les temps divers et les précautions que comporte l'opération, a insisté plus spécialement sur les points suivants :

» 1° L'utilité qu'il y a à injecter le sang pur en nature, sans défibrination préalable, sans abaissement préalable de température. Ces opérations préliminaires, destinées à empêcher la coagulation de la fibrine, sont inutiles quand l'opération est faite promptement, ce qui est facile. M. Béhier a insisté sur l'utilité qu'il y a à injecter du sang, non pas mort, comme lorsqu'on fait ces manœuvres préparatoires, mais bien vivant et pourvu de globules non altérés par le battage et la réfrigération, et en outre offrant encore intactes les matières albuminoïdes dont le rôle nutritif est certainement considérable, en même temps qu'elles servent éminemment à la suspension et à la plus facile circulation des hématies.

» 2° M. Béhier a insisté sur la possibilité de simplifier un des temps les plus importants du manuel opératoire. Une des difficultés qui éloignaient,

pour une part, de la pratique de la transfusion, c'était la difficulté d'introduire dans la veine qui doit recevoir le sang la canule destinée à le transmettre. Souvent, en effet, en employant le trocart, on était exposé soit à blesser la veine chez le transfusé, sans pénétrer dans la lumière du vaisseau, soit à percer la paroi postérieure de la veine. De là la production d'un thrombus rendant très-douteuse l'introduction de la canule dans la veine.

» Nélaton, pour obvier à cet inconvénient, avait proposé l'incision de la peau, au niveau de la veine, dans une étendue de 2 à 3 centimètres, pour mettre à nu le vaisseau. M. Béhier, considérant que, chez un sujet fort affaibli, une semblable opération n'est pas sans danger, ou crée tout au moins des conditions défavorables, propose un manuel opératoire très-simple et que tout médecin doit savoir mettre en pratique. Il conseille, en effet, de faire sur la veine du transfusé une saignée peu large et suffisante pour l'introduction de la canule de l'appareil obturé par un mandrin mousse : rien de plus simple et de plus pratique. L'appareil que M. Béhier a choisi est l'appareil de M. Moncoq, modifié par M. Mathieu; le maniement en est simple et facile.

» 3° M. Béhier insiste cependant d'une façon particulière sur deux précautions absolument indispensables, savoir : sur la nécessité de faire l'injection du sang lentement, afin d'éviter la réplétion trop brusque et trop forte du ventricule droit, qui serait forcé en quelque sorte et paralysé par une réplétion trop brusque : d'où un arrêt de la circulation cardiaque, une asphyxie pulmonaire et la mort. Il signale comme signe de l'imminence d'un tel état la production de petites quintes de toux qui doivent faire arrêter l'injection du sang.

» 4° Pour le même motif et pour éviter les mêmes accidents, M. Béhier insiste sur la nécessité de n'injecter à la fois que de petites quantités de sang. Il n'a injecté, dans le fait communiqué à l'Académie, que 80 grammes de sang. Il fait remarquer que, dès l'injection du sang (fourni par son chef de clinique), l'écoulement métrorrhagique a cessé pour ne plus se reproduire.

» Au moment de la sortie de la malade la guérison était complète. Elle avait très-bien supporté un traitement ferrugineux institué très-lentement à partir de l'opération, et les règles se sont reproduites avec régularité depuis l'emploi de la transfusion. »

M. le baron Larrey demande la parole, à propos de la Communication faite par M. Bouley :

« Ce cas fort intéressant de *transfusion du sang*, dit M. Larrey, démontre,

une fois de plus, aujourd'hui, la possibilité de réussir dans une opération entreprise, pour la première fois, il y a deux siècles, et dont le principe avait été aussi controversé que l'application.

» L'insuffisance ou l'imperfection des appareils employés d'abord fit abandonner les tentatives, qui furent reprises, plus tard, au commencement de ce siècle, avec des données plus précises et dans de meilleures conditions, puis continuées progressivement, par divers praticiens français ou étrangers, avec des résultats plus encourageants, mais non encore assez décisifs.

» Tous ces faits se trouvent relatés dans un travail qu'a fait paraître, il y a trois ans, M. le Dr de Belina, *Sur la transfusion du sang défibriné par un nouveau procédé pratique.* J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie deux éditions de ce Mémoire, de la part de l'auteur, qui a même rapporté trois observations de succès dus à son ingénieux procédé.

» Le nouveau cas appartenant à M. le professeur Béhier, et que M. H. Bouley vient de communiquer en son nom, mérite donc, une fois de plus, de fixer l'attention et m'a engagé à dire ces quelques mots à l'Académie. »

MÉMOIRES LUS.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine du macis de la Muscade et des arilles en général.* Note de M. H. BAILLON.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'origine du macis de la Muscade est encore une de ces questions qui, comme toutes celles dont j'ai eu dans ces derniers temps l'honneur d'entretenir l'Académie, ont, depuis le commencement du siècle, le plus divisé les botanistes. Ce réseau inégalement découpé en lanières colorées, aromatiques, qui enveloppe la semence du Muscadier, est pour les uns un arille *vrai*, c'est-à-dire procédant uniquement de l'ombilic. C'était là l'opinion des anciens botanistes; pour d'autres, notamment pour MM. Planchon et A. de Candolle, c'est, au contraire, un organe né du pourtour du micropyle, et, par conséquent, un de ceux pour lesquels on a créé l'expression d'*arille faux* ou *arillode*.

» Une troisième hypothèse est celle de MM. J. Hooker et Thomson, d'après lesquels le macis naîtrait à la fois et du hile et du micropyle : c'est la moins généralement acceptée. On objecte à ses auteurs que, pour l'admettre, il faudrait concevoir que deux corps, nés l'un de l'ombilic et

l'autre de l'exostome, se soudent à un certain moment pour constituer l'arille. L'idée de cette soudure entre deux organes assez âgés a dû être nécessairement repoussée.

» Cela démontre la toute-puissance des méthodes logiques d'investigation pour la solution des problèmes de l'organisation végétale. Avec la plupart de celles auxquelles on a recours, il devient impossible de sortir d'incertitude. Les plus savants se partagent entre deux opinions absolues, également inexactes. La vérité, entrevue seulement, n'est pas acceptée, et cela en vertu de principes admis *a priori* et dont l'observation directe des développements dénoterait seule l'application inopportune.

» La persistance de l'ouverture micropylaire, indiquée comme démonstrative de l'arillode, est un caractère qui trompe toutes les fois que l'arille né du hile est trop peu développé pour recouvrir l'exostome, ou quand ses divisions passent de chaque côté de cette ouverture sans la masquer. D'ailleurs, un arille né du micropyle n'en a pas moins, dans bien des cas, une origine ombilicale.

» Il fallait donc absolument, dans la Muscade comme ailleurs, voir naître l'organe pour se rendre compte de sa signification. C'est avant la fécondation, et alors même que, dans cette plante à sexes séparés, elle ne pourra, faute de pollen, être accomplie, que le macis commence à paraître. L'ovule a deux enveloppes, et les bords de son exostome, ouverture circulaire, sont très-minces, ne recouvrant pas l'endostome. Jamais ils ne se réfléchissent, comme on l'a cru, pour constituer l'arille. Le début de celui-ci consiste en un léger épaississement cellulaire du tégument externe, qui se produit à droite et à gauche de la base de l'ovule, entre l'ombilic et l'exostome; il gagne ensuite horizontalement le pourtour du hile, puis remonte à droite et à gauche autour du micropyle.

» Il y a donc un moment où, comme celle d'une plante commune de notre pays, l'*Ecbalium Elaterium*, la jeune semence du Muscadier présente autour du micropyle et de l'ombilic un double épaississement annulaire en forme de 8. Plus tard, l'accroissement, d'abord simultané et continu, des cellules de ces régions, devient indépendant pour quelques-unes ou pour certains groupes d'entre elles; si bien que l'arille commence à se partager en lanières. Que sont ces dernières, sinon les poils comprimés, rarement isolés, plus souvent unis bords à bords en languettes aplaties?

» Quelle est la raison de cet aplatissement? La même qui donne à l'arille une apparence telle que les botanistes l'ont considéré comme une portion réfléchie du bord de l'exostome, ce qui n'existe pas en réalité. C'est que ces

cellules étirées, nées du hile, du micropyle et des régions voisines, ne peuvent se loger en grandissant que dans un intervalle très-mince, compris entre la jeune graine et le péricarpe, espace dans lequel elles s'insinuent en s'aplatissant forcément. L'étroitesse de cette cavité fait que, lorsque le macis, gorgé de sucs à la maturité, s'écarte de la surface de la semence, ses lanières turgides et élastiques tendent à repousser en dehors les deux moitiés du péricarpe entr'ouvert. Par là, l'arille du Muscadier joue, comme la plupart des organes homologues, un rôle dans la dissémination des graines; et, chose remarquable, voilà un fruit totalement charnu qui présente à peu près seul le phénomène d'une déhiscence capsulaire très-nette, et la graine qu'il renferme se trouve pourvue d'un puissant arille!

» Quelle est maintenant la signification morphologique du macis et des arilles en général? Il y a des graines dont toute la surface est couverte de poils (coton); ce sont des cellules allongées du tégument superficiel, qui jouent d'ordinaire un rôle dans la dissémination et qui se font parfois remarquer par une coloration particulière ou par la nature spéciale de leur contenu, mais qui s'accroissent indépendantes les unes des autres. Dans certaines autres semences, ce n'est pas toute la surface qui se recouvre de ces saillies, mais seulement les bords ou les faces, ou une extrémité seulement, tantôt la micropylaire, et tantôt la chalazique (Épilobe, Apocyn). Il y a donc des productions localisées de poils à la surface des semences, comme il y en a de généralisées.

D'autres graines sont chargées d'ailes membraneuses qui servent aussi (et plus puissamment encore) à la dissémination; elles sont formées de cellules qui s'élèvent au-dessus de la surface, non plus indépendantes les unes des autres dans tous les sens, mais sans se quitter latéralement.

» En troisième lieu, il y a des semences dont toutes les cellules s'accroissent ainsi tardivement, mais sans se quitter dans aucun sens, produisant, par conséquent, une hypertrophie générale et continue de tout le tégument séminal et externe. Alors, avec un contenu et des propriétés variables, ce tégument recouvre toute la graine d'une couche charnue, souvent colorée, élastique (*Oxalis*), renfermant dans ses éléments de la fécule ou de l'huile, ou l'une et l'autre (*Magnolia*), ou de la cire (Gluttier), ou des essences, des liquides sucrés, acidulés (*Pierardia*, etc.), auxquels cas les anciens disaient de ces graines qu'elles étaient *arillées;* caractère qu'on leur a dénié de nos jours, sans s'apercevoir qu'elles ont plus d'arille précisément que celles dans lesquelles cette hypertrophie est limitée à une ou à quelques régions.

» C'est ce dernier cas qui est le plus fréquent. Dans plusieurs Zingibéracées, l'hypertrophie ne s'étend qu'à l'hémisphère supérieur environ; dans certains Iridées (*Vieusseuxia*, etc.), à l'inférieur. Moins étendue du côté de la chalaze, elle peut ne constituer qu'une saillie peu considérable en largeur, comme dans certaines Ochnacées, Trémandrées, le *Dubouzetia*, etc. De même, du côté du sommet organique de la graine, l'épaississement peut être tout aussi limité, entourant d'un bourrelet très-peu élevé le hile et le micropyle; ce qui arrive, on l'a vu, dans la graine de l'*Ecbalium* où, par suite, l'une des moitiés du 8 que représente l'arille, entoure l'ombilic, et l'autre l'exostome.

» L'hypertrophie partielle peut également se latéraliser, ayant pour siége, ou le raphé (*Asarum*, etc.), ou une portion seulement de cet organe, comme il advient de certaines strophioles (Chélidoine, Fumariées); ou, vers le sommet de la graine, ne se produire que d'un côté, soit au pourtour du hile, ce qu'on appelle l'*arille vrai*, soit seulement du micropyle, ce qu'on avait proposé de nommer *arillode*.

» Les conséquences à tirer de ce qui précède sont que : telles sont la signification morphologique et la fonction des poils que portent les graines, telles sont celles des arilles; et qu'il y aura lieu de supprimer les expressions, souvent impossibles à bien définir, d'arilles vrais ou faux (arillodes), de caroncules, strophioles, etc. Il n'y aura à distinguer que des arilles généralisés et des arilles localisés de telle ou telle région; du funicule, du raphé, de la chalaze, du hile ou du micropyle, ou bien de plusieurs à la fois de ces régions de la graine. Dans la Muscade, en particulier, comme d'ailleurs dans beaucoup d'autres végétaux, il y aura simultanément arille du micropyle et de l'ombilic. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle pathogénique des ferments dans les maladies chirurgicales. Nouvelle méthode de traitement des amputés.* Note de M. **Alph. Guérin.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Cl. Bernard, Pasteur, Larrey, Sédillot.)

« De toutes les complications des plaies, la plus terrible est celle qui, suivant les doctrines acceptées, a porté successivement les noms d'abcès métastatiques, de phlébite, de résorption du pus, de fièvre purulente, et que j'ai appelée *typhus chirurgical*.

» Comme les typhus, elle est infectieuse, c'est-à-dire contagieuse par l'air. Quelle est la cause de cette contagion, quel en est l'agent? La plupart

des médecins répondent à la première question en disant que l'encombrement des blessés est la condition sous l'influence de laquelle la maladie se produit. C'est un fait qui ne peut être contesté, mais, comme l'entassement des malades est souvent une nécessité, cela ne suffit pas pour remédier au mal. Quant à l'agent, on est loin de s'entendre : les uns l'attribuent au pus introduit dans les veines; les autres à la nature de ce pus; quelques-uns à la lésion des os plutôt qu'à celle des parties molles, etc.... Dernièrement, en Allemagne, on a soutenu que les plaies sécrètent un poison qui serait la cause de l'infection purulente et que l'on a appelé *sepsine*.

» Pour moi, avant de connaître les travaux de M. Pasteur, je disais que les *miasmes* sont les agents de la production de la maladie et de sa transmission d'un blessé à ses voisins.

» L'induction m'avait amené à cette conviction. L'infection purulente débute, en effet, par un violent frisson avec claquement de dents; l'aspect du malade est tellement le même dans les deux maladies, pendant l'accès, qu'il est impossible de ne pas prendre pour une infection purulente la première manifestation d'une fièvre intermittente qui se produit chez un blessé. Or personne ne doute de l'influence miasmatique des marais dans la production de la fièvre; c'était un fait admis depuis longtemps, bien que personne ne pût dire quelle est la nature des miasmes. Pourquoi eût-on été plus difficile pour admettre des émanations animales mortelles pour les blessés?

» Cette influence miasmatique m'apparut plus évidente encore pendant la guerre de 1870, parce que, sans doute, mon esprit était mieux préparé à l'observation exacte et rigoureuse des caractères de la maladie. Il n'y a point encore de statistique qui permette de dire la proportion des morts et des blessés; mais je crois pouvoir affirmer que l'on n'a pas guéri plus d'un malade sur trente amputés. Le désespoir me fit rechercher s'il n'y aurait pas un moyen, non de guérir, mais de prévenir le développement de cette maladie. Les travaux de M. Pasteur se présentèrent à mon esprit : il devint alors évident pour moi que les miasmes qui portent l'infection ne sont que des ferments.

» M. Pasteur ayant découvert que l'air est filtré par la ouate dont les fibrilles retiennent les ferments, je résolus de faire en sorte que l'air n'arrivât plus sur les plaies des blessés qu'après avoir été purifié de tous les corpuscules microscopiques auxquels j'attribuais la mort de nos malades.

» Je fis alors un pansement qui ressemble à une expérience de phy-

sique; j'appliquai la ouate directement sur la plaie, et je fis en sorte que l'air ne pût pas y arriver impur en passant sur les confins du pansement.

» A dater du jour où, par mon pansement ouaté, j'empêchai les ferments contenus dans l'air empesté des hôpitaux d'arriver sur les plaies, je vis presque tous mes amputés guérir.

» Dès mes premiers pansements, j'arrivai à une combinaison de moyens qui tous ont, je crois, leur efficacité : pour empêcher l'air de passer impur entre le pansement et la peau, j'enveloppe le membre d'une couche épaisse de ouate, qui me permet d'exercer une compression élastique, à peu près comme M. Burggrœve (de Gand) nous a appris à la pratiquer pour le traitement des arthrites; par cette compression, en même temps que je maintiens la ouate en contact avec la plaie, je m'oppose à l'afflux du sang dans la partie malade. Je m'oppose, en outre, à toute sorte de mouvements des bords de la plaie; j'y établis une immobilité absolue.

» Au filtrage de l'air, à la compression et à l'immobilité, il faut encore ajouter une température constante de l'atmosphère de la plaie, puisque la ouate jouit, à l'égal de la laine, de la propriété de s'opposer aux variations de température des corps que ces substances enveloppent.

» Enfin, quand la plaie d'une amputation a été pansée comme je viens de l'indiquer succinctement, on n'y touche plus pendant vingt-cinq ou trente jours. Or la rareté des pansements est une condition favorable à la guérison des plaies, et si les travaux de Magatus, de Larrey et d'autres hommes éminents ne l'ont pas fait adopter par la généralité des chirurgiens, c'est qu'il faut que l'on puisse s'opposer à la décomposition du pus qui rend l'air pestilentiel.

» Avant la découverte des ferments, nous étions dans l'impuissance de nous opposer à la production de ces émanations, tandis que, avec le pansement ouaté, le pus n'étant plus soumis à l'action des agents qui produisent la fermentation putride, les blessés peuvent être entassés les uns à côté des autres, sans qu'il y ait une odeur appréciable.

» Les ferments n'irritant pas les plaies, les blessés n'ont plus de douleur. Ils mangent et dorment le jour de l'opération, comme s'ils étaient en bonne santé. On peut leur imprimer toute espèce de mouvements, sans qu'ils en éprouvent la moindre gêne. Pendant la guerre, on ne verra plus les ambulances volantes regorger d'amputés; le transport des hommes qui auront subi les plus grandes mutilations deviendra une chose facile, sans qu'il faille recourir à des chariots spéciaux. L'insensibilité du moignon d'un

amputé soumis à ma méthode de pansement est telle, que le malade s'aperçoit à peine des chocs les plus violents.

» Voilà pour l'humanité. Reste la question scientifique, sur laquelle j'appelle l'attention de l'Académie.

» Quand je résolus de soustraire mes opérés à l'action des ferments atmosphériques, j'eus l'occasion de donner des soins à *deux malades* : à l'un, je coupai la cuisse, à l'autre, je réséquai le bras. Immédiatement après avoir été pansés par la méthode que je venais d'imaginer, tous les deux éprouvaient un bien-être qui faisait un singulier contraste avec les douleurs que les autres malades exprimaient. Pendant quinze jours, ils restèrent dans cet état satisfaisant; ils étaient si heureux que l'un d'eux, qui sortait dans les cours de l'hôpital, me demanda à rentrer dans sa famille. Je dus, avant d'accéder à sa demande, enlever l'appareil qui était resté en place jusqu'à ce moment. Quand l'autre blessé sut qu'on allait panser son camarade, il me pria de lui renouveler son pansement; j'y consentis.

» Quand les plaies furent découvertes, nous reconnûmes qu'elles avaient une apparence à laquelle nous n'étions pas habitués. Les bourgeons charnus étaient d'un rouge vif; le pus était crémeux et en quantité très-modérée. Je triomphais : les élèves dont j'étais entouré commençaient à partager mes espérances; mais le lendemain un de mes malades eut un frisson avec claquement de dents; l'autre l'eut le surlendemain, et tous les deux succombèrent à l'infection purulente. Cet événement était de nature à me décourager; heureusement je compris que j'avais commis une grande faute. Si l'air chargé de ferments putrides, me dis-je, est un danger pour les blessés, je ne devais pas exposer mes deux malades à l'atmosphère empestée d'une salle d'hôpital; et cet accident, qui m'avait un instant découragé, devint pour moi la confirmation évidente de la doctrine que je soumettais à l'expérience clinique.

» On ne peut, en effet, se soustraire à l'évidence des faits qui ont la rigueur d'une expérience physiologique. Deux hommes amputés ont cessé de souffrir dès que leur plaie, entourée d'une épaisse couche de ouate, n'a plus été ainsi en contact qu'avec de l'air filtré; ils mangent, ils dorment, ils sont sans fièvre, comme tous les amputés qui seront dans les mêmes conditions qu'eux. Sur leur demande, on enlève leur pansement dans la salle où vivent tous les blessés, et, le lendemain pour l'un, le surlendemain pour l'autre, il y a des signes irrévocables d'empoisonnement; et l'on refuserait d'admettre que la ouate agit en filtrant l'air, en le débarrassant de ce principe qui provient de l'encombrement!

» Tous les savants qui ont étudié, à l'aide du microscope, le pus des plaies exposées à l'air, ont été frappés de la rapidité avec laquelle il se décompose. Au bout d'un ou deux jours, on y constate déjà des milliers de corpuscules animés, tandis que le pus des plaies traitées par ma méthode ne contient ni vibrions, ni bactéries, même au bout d'un mois.

» Si le pus d'une grande plaie est inodore au bout de trente jours, s'il ne contient ni vibrions, ni bactéries, ne suis-je pas en droit d'affirmer que c'est au filtrage de l'air par la ouate qu'il faut attribuer ce résultat?

» Si l'Académie m'y autorise, je lui soumettrai des expériences démontrant que l'air par lui-même n'est pas nuisible aux plaies, et qu'il n'est dangereux que pour les ferments qu'il contient.

» Si cette doctrine est vraie, pourquoi ne pas demander au microscope le secret de toutes les affections septicémiques? J'ai déjà la conviction que l'infection putride et l'infection purulente, qui diffèrent l'une de l'autre autant par leurs signes cliniques que par les lésions consécutives que l'autopsie révèle, ne sont pas engendrées par les mêmes ferments.

» Jusqu'ici, mes expériences m'autorisent à affirmer que les ferments contenus dans l'atmosphère produisent ces maladies. Espérons qu'un jour on pourra dire les caractères qui les différencient et le rôle pathogénique qui est dévolu à chacun d'eux. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la distribution plane des pressions à l'intérieur des corps isotropes, dans l'état d'équilibre limite. Mode d'intégration des équations différentielles.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

» En résumé, si l'on appelle (*) p la pression moyenne en un point, ou la demi-somme, changée de signe, de F et F', q la moitié de la différence F — F', l'état plastique et l'état ébouleux présentent un caractère commun, consistant en ce que q y égale une certaine fonction de p, et même, avec une approximation suffisante, une fonction linéaire. Alors l'état mécanique en un point du corps est défini en grandeur dès qu'on y donne p, en direction dès qu'on donne l'angle α que la force principale la plus grande F

(*) Voir le *Compte rendu* de la séance précédente, 16 mars 1874, t. LXXVIII, p. 757.

y fait avec l'axe des x. Il résulte d'ailleurs de formules connues que

$$(2)\qquad N_1 = -p + q\cos 2\alpha,\quad N_2 = -p - q\cos 2\alpha,\quad T = q\sin 2\alpha.$$

» Ces valeurs de N_1, N_2, T changent les équations (1) en deux autres, qui, multipliées respectivement par $\cos\alpha$, $\sin\alpha$, ou par $-\sin\alpha$, $\cos\alpha$, et ajoutées, deviennent

$$(3)\quad \left\{\begin{aligned} &-\left[\frac{d(p-\Phi-q)}{dx}\cos\alpha + \frac{d(p-\Phi-q)}{dy}\sin\alpha\right] \\ &\qquad\qquad + 2q\left[-\frac{d\alpha}{dx}\sin\alpha + \frac{d\alpha}{dy}\cos\alpha\right] = 0, \\ &-\left[-\frac{d(p-\Phi+q)}{dx}\sin\alpha + \frac{d(p-\Phi+q)}{dy}\cos\alpha\right] \\ &\qquad\qquad + 2q\left[\frac{d\alpha}{dx}\cos\alpha + \frac{d\alpha}{dy}\sin\alpha\right] = 0. \end{aligned}\right.$$

» Occupons-nous de ces équations. Elles sont intégrables : 1° lorsque q, fonction de p, se réduit au terme constant $2K$; 2° quand $\Phi = 0$, ou que le poids de la matière peut être négligé en comparaison des pressions qu'elle supporte. Dans ces deux cas, q est une fonction donnée (et même une fonction approximativement linéaire) de la variable unique $p - \Phi = P$, et les équations (3) contiennent seulement les deux fonctions P, α. On peut prendre celles-ci pour variables indépendantes, au lieu de x et y, si l'on *renverse le problème*, c'est-à-dire si l'on se propose de chercher, non pas quel est l'état mécanique (P, α) réalisé en un point donné (x, y), mais quel est le point (x, y) où se trouve produit l'état mécanique donné (P, α). La transformation, qui présente quelque analogie avec celle de Legendre, se fera au moyen des formules

$$(4)\qquad \frac{\dfrac{dP}{dx}}{-\dfrac{dy}{d\alpha}} = \frac{\dfrac{d\alpha}{dx}}{\dfrac{dy}{dP}} = \frac{\dfrac{dP}{dy}}{\dfrac{dx}{d\alpha}} = \frac{\dfrac{d\alpha}{dy}}{-\dfrac{dx}{dP}} = \frac{1}{\dfrac{dx}{d\alpha}\dfrac{dy}{dP} - \dfrac{dx}{dP}\dfrac{dy}{d\alpha}};$$

et, si l'on pose

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} &x = x_1\cos\alpha - y_1\sin\alpha,\quad y = x_1\sin\alpha + y_1\cos\alpha, \\ &\text{ou} \\ &x_1 = x\cos\alpha + y\sin\alpha,\quad y_1 = -x\sin\alpha + y\cos\alpha, \end{aligned}\right.$$

en appelant d'ailleurs q' la dérivée de q par rapport à P, cette même transformation changera les équations (3) en celles-ci :

$$(6)\qquad \frac{dy_1}{d\alpha} + x_1 - \frac{2q}{1-q'}\frac{dx_1}{dP} = 0,\quad \frac{dx_1}{d\alpha} - y_1 - \frac{2q}{1+q'}\frac{dy_1}{dP} = 0.$$

» Adoptons, au lieu de P, une nouvelle variable indépendante β définie par la relation

(7) $$\beta = \int \frac{\sqrt{1-q'^2}}{2q}\, dP,$$

et posons

(7 *bis*) $$\sqrt{\frac{1+q'}{1-q'}} = k.$$

Alors la seconde équation (6) signifie que x_1, y_1 ont les valeurs

(8) $$x_1 = \frac{1}{k} e^{-\int k d\beta} \frac{d\varpi}{d\beta}, \quad y_1 = e^{-\int k d\beta} \frac{d\varpi}{d\alpha},$$

dans lesquelles ϖ désigne une nouvelle fonction; et la première (6), en appelant k' la dérivée, qu'on pourrait même supposer nulle, de k par rapport à β, devient elle-même

(9) $$\frac{d^2\varpi}{d\alpha^2} = \frac{d^2\varpi}{d\beta^2} - \frac{1+k^2+k'}{k} \frac{d\varpi}{d\beta}.$$

» L'intégrale générale de (9) est de la forme

(10) $$\varpi = \sum \left(C \cos n\alpha + \frac{C'}{n} \sin n\alpha \right) \varphi,$$

où C, C', n représentent des constantes arbitraires et φ une fonction de β assujettie à vérifier l'équation différentielle

(11) $$\frac{d^2\varphi}{d\beta^2} - \frac{1+k^2+k'}{k} \frac{d\varphi}{d\beta} + n^2\varphi = 0.$$

» On disposera des constantes en nombre infini C, C', n, de manière à satisfaire aux conditions spéciales à chaque cas. On pourra notamment demander que, pour $\alpha = 0$, les deux inconnues y et x prennent des valeurs quelconques en fonction de β, ce qui revient à dire que $\frac{d\varpi}{d\alpha}$, $\frac{d\varphi}{d\beta}$ devront, pour $\alpha = 0$, se réduire à deux fonctions arbitraires $F_1(\beta)$, $F_2(\beta)$; il suffira pour cela : 1° de déterminer les coefficients C' de manière que $\Sigma C'\varphi = F_1(\beta)$; 2° de déterminer les coefficients C de manière que $\frac{d}{d\beta} \Sigma C\varphi = F_2(\beta)$, ou que $\Sigma C\varphi = \int_0^\beta F_2(\beta) d\beta$, car il est permis de supposer la fonction ϖ, ou $\Sigma C\varphi$, nulle pour $\alpha = 0$ et $\beta = 0$, sans modifier en rien les dérivées de ϖ qui seules entrent dans les expressions (8) de x_1, y_1.

» Il sera généralement avantageux de substituer à φ une autre fonc-

tion ψ, de β, définie par la relation

$$(12)\qquad \varphi = e^{\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k} d\beta}\psi;$$

ce qui donne, au lieu de l'équation (11)

$$(13)\qquad \frac{d^2\psi}{d\beta^2} + \left[n^2 - \left(\frac{1+k^2+k'}{2k}\right)^2 + \frac{d}{d\beta}\left(\frac{1+k^2+k'}{2k}\right)\right]\psi = 0,$$

et ce qui transforme les conditions spéciales à $\alpha = 0$ en celles-ci :

$$(14)\qquad \Sigma C'\psi = e^{-\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k} d\beta} F_1(\beta),\quad \Sigma C\psi = e^{-\int_0^\beta \frac{1+k^2+k'}{2k} d\beta}\int_0^\beta F_2(\beta)d\beta.$$

» La méthode d'élimination de Fourier, pour la détermination des coefficients C', C, leur sera plus aisément applicable sous cette dernière forme, au moins si l'on suppose que β varie, quel que soit α, entre deux limites constantes β_0, β_1, et si l'on admet qu'à chacune de ces limites les fonctions ψ soient assujetties à vérifier une relation de la forme

$$(15)\qquad \frac{d\psi}{d\beta} + A\psi = 0,$$

A étant un coefficient également constant. En effet, soient, dans ce cas, ψ et n^2, ψ_1 et n_1^2 deux systèmes distincts de valeurs de ψ, n^2 : en spécifiant l'équation (13) pour ces systèmes de valeurs, on aura deux relations qui, multipliées respectivement par $\psi_1 d\beta$, $-\psi d\beta$, ajoutées et intégrées de β_0 à β_1, donnent

$$(16)\qquad \left(\psi_1\frac{d\psi}{d\beta} - \psi\frac{d\psi_1}{d\beta}\right)_{\beta_0}^{\beta_1} + (n^2 - n_1^2)\int_{\beta_0}^{\beta_1}\psi\psi_1 d\beta = 0;$$

or, en vertu des deux conditions de la forme

$$\frac{d\psi}{d\beta} + A\psi = 0,\quad \frac{d\psi_1}{d\beta} + A\psi_1 = 0,$$

spéciales à chaque limite β_0 ou β_1, la différence $\psi_1\frac{d\psi}{d\beta} - \psi\frac{d\psi_1}{d\beta}$ y est nulle, et la formule (16) se réduit à

$$(17)\qquad \int_{\beta_0}^{\beta_1}\psi\psi_1 d\beta = 0.$$

» Par suite, si, après avoir multiplié les deux équations (14) par une quelconque des valeurs de ψ et par $d\beta$, on intègre les produits de β_0 à β_1, tous les termes des premiers membres s'annuleront, à l'exception de celui qui sera de la forme $C'\int\psi^2 d\beta$ ou $C\int\psi^2 d\beta$, et les coefficients C', C se trouveront séparés. »

ASTRONOMIE. — *Sur la loi de l'attraction astronomique, sur les masses des divers corps du système solaire, et en particulier sur la masse et sur la durée du Soleil;* par M. E. Vicaire. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Faye, Puiseux.)

« Lorsqu'on calcule, d'après les mesures de Pouillet, les quantités de divers combustibles qu'il faudrait brûler pour développer la quantité de chaleur que le Soleil dépense par rayonnement, on trouve qu'une masse de carbone égale à celle qu'on attribue à cet astre pourrait fournir cette chaleur pendant 6000 ans, et une masse égale d'hydrogène pendant 25900 ans. Mais si l'oxygène comburant devait être pris dans la masse solaire elle-même, la durée se réduirait à 1650 ans dans le cas du carbone et à 2700 dans le cas de l'hydrogène. On a conclu de là à l'impossibilité d'expliquer la chaleur solaire par une combustion.

» La difficulté, peut-être moins apparente, n'est guère moindre en réalité si l'on veut que le rayonnement soit alimenté par une simple déperdition de la chaleur anciennement accumulée. Le refroidissement annuel devrait alors s'élever à 1°,33, si la chaleur spécifique moyenne de l'astre était égale à celle de l'eau, et à 5°,32, avec la chaleur spécifique, peut-être encore trop forte, de 0,25. Dans le seul espace de quatre mille ans, cela fera 5320 degrés dans le premier cas et 21280 dans le second, et l'intensité du rayonnement n'en aurait pas été affectée de la façon la plus légère!

» Ces difficultés, et d'autres qui font de la masse admise une véritable pierre d'achoppement pour la théorie solaire, m'ont conduit à examiner de plus près les bases sur lesquelles repose la détermination de cette masse. Le raisonnement par lequel Newton cherche à démontrer que l'attraction est proportionnelle aux masses peut se résumer comme il suit :

» Jupiter imprime à ses satellites, le Soleil imprime aux planètes des accélérations qui seraient égales entre elles à égale distance (troisième loi de Kepler). La Terre imprime à la Lune et aux corps graves des accélérations qui dépendent aussi uniquement de la distance. Il en est de même pour celles qu'imprime le Soleil à une planète et à ses satellites, comme cela résulte de ce que ces derniers décrivent des orbes dont les centres se confondent à peu près avec le centre de la planète. Donc chacun de ces corps, planètes, satellites, corps graves, est attiré proportionnellement à sa masse.

» Si l'attraction est proportionnelle à la masse du corps attiré, elle est aussi proportionnelle à celle du corps attirant; car la force qui sollicite un

corps A à tomber vers un autre corps B est nécessairement égale à celle qui sollicite B vers A, et, suivant qu'on le considère dans un sens ou dans l'autre, chacun des deux corps est alternativement le corps attiré.

» Ce dernier raisonnement est parfaitement rigoureux, mais à condition que la proportionnalité de l'attraction à la masse du corps attiré soit établie avec une généralité absolue et sans restriction, et que, par exemple, l'accélération imprimée par la Terre au Soleil soit à la pesanteur dans le rapport inverse des carrés des distances, comme l'accélération lunaire.

» Or tous les faits invoqués ci-dessus rentrent dans l'énoncé suivant :

» Chacun des grands corps du système solaire exerce sur les corps relativement petits, qui sont en quelque sorte sous sa dépendance, des attractions proportionnelles aux masses de ces petits corps.

» Cette proportionnalité n'est d'ailleurs qu'approchée, non-seulement comme l'est toute loi fondée sur des observations, mais parce qu'elle ne découle même pas rigoureusement des lois observées. C'est ainsi que, si l'on voulait étendre la troisième loi de Kepler à une planète dont la masse m serait comparable à la masse M du Soleil, il faudrait égaler à une constante l'accélération *relative* de cette planète, ce qui donne, en appelant A l'attraction mutuelle des deux astres à l'unité de distance,

$$A\left(\frac{1}{m}+\frac{1}{M}\right)=B.$$

» De là

$$A=B\frac{Mm}{M+m},$$

expression qui n'est pas proportionnelle à m, tant que $\frac{m}{M}$ n'est pas très-petit.

» Pour montrer plus clairement ce qu'il y a d'arbitraire à généraliser une proposition établie dans des limites aussi restreintes, supposons d'abord qu'il soit démontré que l'attraction A est uniquement fonction des masses. Cette fonction, nécessairement homogène, pourra se mettre sous la forme

$$A=M^k f\left(\frac{m}{M}\right).$$

» Quelle que soit cette fonction, il est évident qu'elle doit s'annuler avec l'une ou l'autre des deux masses, et par conséquent $f(0)=0$. Si donc nous développons $f\left(\frac{m}{M}\right)$ suivant la série de Maclaurin, nous aurons

$$A=M^k\left[\frac{m}{M}f'(0)+\frac{1}{1.2}\left(\frac{m}{M}\right)^2 f''(0)+\ldots\right].$$

» Si $\frac{m}{M}$ est très-petit, la parenthèse se réduira en général à son premier terme, et l'on aura

$$A = f'(o) M^{k-1} m.$$

» Aussi la proportionnalité approchée qui a été reconnue dans les cas énumérés par Newton est une conséquence forcée de la petitesse même des masses attirées. La considérer comme une loi naturelle fondée sur l'observation et susceptible d'être étendue à des masses quelconques, c'est donc commettre une généralisation abusive, ou plutôt, puisque la petitesse des masses a été posée implicitement comme hypothèse, c'est une véritable pétition de principe.

» Tout ce qu'on peut conclure des faits invoqués, c'est d'une part la vérification de cette hypothèse, c'est en second lieu que la relation entre l'attraction et les masses est telle que $f'(o)$ n'est ni nulle ni infinie, ce qui exclut notamment toute fonction de la forme $(Mm)^p$, où p serait différent de l'unité; c'est enfin que les attractions mutuelles des corps autres que le Soleil ne dépendent que des masses, soit qu'en effet il en soit ainsi d'une manière générale, soit que les quantités autres que les masses qui peuvent influer sur l'attraction aient exactement ou sensiblement la même valeur dans ces divers corps. On comprend qu'il n'est pas permis d'étendre cette conclusion par analogie à un corps aussi différent des autres que le Soleil.

» La proportionnalité de l'attraction aux masses n'est donc pas une vérité démontrée. Considérée comme une hypothèse, est-elle vérifiée par ses conséquences? Les valeurs si inégales qu'on a obtenues pour la densité de la Terre, l'incertitude qui affecte les masses des planètes les plus importantes, montrent qu'il n'en est rien.

» La théorie des perturbations planétaires peut seule permettre de calculer les véritables masses des planètes et de rechercher la relation qui les lie à l'attraction, parce que seule elle met en présence des masses peu différentes les unes des autres. Pour rechercher ce qu'elle devient lorsqu'on fait abstraction de l'hypothèse newtonienne, je désigne par $A_{mm'}$ l'action, à l'unité de distance, du corps dont la masse est m sur celui dont la masse est m'. En vertu du principe de l'action et de la réaction, l'ordre des indices est indifférent.

» Si l'on désigne par x, y, z, r et x', y', z', r' les coordonnées par rapport au centre du Soleil et les rayons vecteurs des planètes m et m', par ρ' leur distance mutuelle; si l'on prend, comme d'habitude, pour unité de

masse la masse M du Soleil, et pour unité de force le rapport $\frac{A_{Mm}}{Mm}$, on trouve que les équations du mouvement de m troublé par m' conservent la forme ordinaire

$$\frac{d^2x}{dt^2} + (1+m)\frac{x}{r^3} + \frac{dR}{dx} = 0,$$

avec les analogues en y et en z. Seulement la fonction perturbatrice R a pour expression

$$R = m'\,\frac{xx'+yy'+zz'}{r'^3} - \frac{A_{mm'}}{A_{Mm}} \times \frac{1}{\rho'}.$$

» Aussi, pour dégager de toute hypothèse la théorie des mouvements planétaires, il suffit d'attribuer des coefficients différents aux deux parties de la fonction perturbatrice, tandis que, dans la théorie newtonienne, elles ont pour coefficient commun la masse m'.

» Ces deux parties n'ont pas la même importance. Le terme en $\frac{1}{\rho'}$ est de beaucoup le plus influent. De là la concordance approchée que l'on obtient par les diverses perturbations. La partie en $\frac{1}{r'^3}$ ne donne aucun terme séculaire dans le développement; car les perturbations séculaires ont été presque exclusivement employées jusqu'ici pour le calcul des masses. Le résultat de ce calcul est donc le coefficient de $\frac{A_{mm'}}{A_{Mm}}$, de $\frac{1}{\rho'}$, coefficient qui n'a aucun rapport direct avec les masses.

» C'est au contraire le coefficient de l'autre terme qui donnera, indépendamment de toute hypothèse, le rapport de la masse de la planète troublante à celle du Soleil, et c'est uniquement par la considération des perturbations périodiques qu'on pourra l'obtenir.

» Pour en revenir au Soleil, il est loin d'être démontré, on le voit, que le nombre qu'on appelle la *masse* de cet astre mesure réellement la quantité de matière qu'il renferme; il y a au contraire des raisons, au moins plausibles, de croire qu'il n'en est rien.

» Cela étant, nous n'avons plus, relativement à cette masse, que les inductions qu'on peut tirer du volume et de la densité probables. Eu égard à l'énorme pression qui règne au centre, il n'y a rien d'invraisemblable à admettre une densité moyenne égale à dix et peut-être vingt fois celle qu'on admet aujourd'hui, ce qui multiplierait par le même coefficient les durées trouvées ci-dessus, l'oxygène étant pris au dehors. Si l'on se rappelle, avec cela, que la période stellaire de Soleil a dû commencer tout à fait à la

fin de l'histoire géologique de notre globe, on reconnaîtra, je l'espère, qu'il y a, dans de pareilles durées, de quoi satisfaire à toutes les exigences sérieuses de l'Histoire et de la Géologie. »

GÉOGRAPHIE. — *Programme d'un système de Géographie fondé sur l'usage exclusif des mesures décimales, d'un méridien o^G international et des projections stéréographique et gnomonique.* Par M. B. DE CHANCOURTOIS. (Extrait par l'auteur).

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie le programme d'un système de Géographie dont la petite carte du globe, que j'ai présentée le 3 novembre 1873, peut être considérée comme un premier spécimen, en tenant compte du caractère transitoire que j'ai dû y faire prévaloir.

» Je m'occupe d'abord de la *graduation du cercle* ou du *canevas géodésique* qui constitue la donnée fondamentale de tout système de Géographie. Dans ma combinaison le canevas géodésique est *décimal*.

» On sait que la graduation décimale du cercle, dont l'unité est le *grade*, centième partie du *quadrant*, a été adoptée par les ingénieurs géographes pour la construction de la carte de la France.

» Les avantages de cette graduation, soit pour les opérations graphiques, soit pour les calculs trigonométriques qui concernent les questions de Géographie et d'Astronomie, sont tels, qu'il y a lieu de s'étonner que l'on soit aussi éloigné de reprendre sa vulgarisation franchement inaugurée par Laplace, et je ne m'arrête pas à les faire ressortir.

» Mais je dois mentionner, pour la combattre, l'opinion des savants qui pensent que la division décimale devrait porter sur le cercle entier plutôt que sur le quadrant. C'est sur la considération des angles droits que repose toute la Géométrie et le quadrant est la véritable unité angulaire : il importe donc que sa valeur soit représentée dans la notation décimale par une unité d'un certain ordre.

» On voit d'ailleurs que, pour les orientations, les notations des angles faites en grades de o à 400^G, de manière à donner ce que j'ai proposé d'appeler l'*orientement*, donnent en même temps à première vue les diverses orientations comptées à partir des points cardinaux, puisque ces points sont notés o^G, 100^G, 200^G, 300^G, 4000^G = o^G.

» Dans tous les figurés du système que je propose, le tracé des méridiens et des parallèles serait exécuté en *ponctué décimal* comme sur ma petite

carte du globe et le ponctué des méridiens, qui serait *métrique*, donnerait l'échelle locale.

» Je fais remarquer que l'on pourrait *ajouter* sur les planches gravées existantes un tracé des méridiens et des parallèles décimaux, exécuté en ponctué décimal. Un tel tracé ne produirait aucune confusion ; car il se distinguerait nettement du tracé des méridiens et des *parallèles* duodécimaux exécuté en trait continu, et avec cette addition tout le matériel ancien serait utilisé à titre transitoire.

» J'ai déjà posé ailleurs la candidature d'un *méridien origine des longitudes* situé à 28°30′ à l'ouest de celui de Paris. Ce méridien, passant dans le groupe des Açores, pourrait être appelé *méridien de Saint-Michel*, mais il serait seulement voisin de l'île. Il semble, en effet, que le méridien 0^G doit satisfaire à la condition de ne rencontrer aucune terre habitée, de manière que nulle part, dans l'usage courant, le compte des longitudes n'exige une interruption ou un changement de signe.

» Les *globes* à graduation décimale doivent naturellement présenter des réductions successives étagées d'après la règle du système métrique.

« Le globe le plus petit doit avoir un rayon de $0^m,0637$ pour être la réduction au $\frac{1}{100000000}$. Le dessin géographique n'en est pas encore tracé; mais j'en ai fait établir la sphère pour laquelle j'ai fait construire une première série d'instruments sphérodésiques.

» Les globes réduits au $\frac{1}{50000000}$ existent déjà. Un premier *globe métrique* de cette dimension a été exécuté en 1863, d'après mes conseils, et je l'ai aussi pourvu d'instruments sphérodésiques; mais l'usage de ces globes ne sera réellement avantageux que lorsqu'ils auront reçu le canevas décimal.

» Il existe aussi des globes au $\frac{1}{40000000}$; malgré les avantages de leur dimension, je ne dois pas les admettre dans mon programme; ils sont aux précédents ce que la pièce de 25 centimes est à la pièce de 20 centimes.

» La série régulière serait complétée par les globes au $\frac{1}{20000000}$ et au $\frac{1}{10000000}$. Le dernier, qui aurait un rayon de $0^m,6366$, serait encore très-maniable.

» Pour les *cartes*, en dehors des mappemondes qui seraient exécutées comme d'habitude en projection stéréographique, je n'admets que des projections gnomoniques.

» On formerait toujours trois séries de cartes *imbriquées*, de manière que les localités situées vers les angles ou sur les bords d'une feuille appartenant à l'une des séries se retrouveraient au milieu d'une feuille appartenant à l'une des deux autres.

» Au moyen du *ponctué décimal* on déterminerait avec toute la précision que comporte le coefficient de réduction caractéristique adopté au point de contact :

» 1° Les coordonnées d'un point, par une simple application de la règle et deux mesurages au compas sur les deux méridiens figurés qui comprennent le point entre eux ;

» 2° La distance de deux points peu éloignés, par un simple mesurage reporté sur le méridien moyen.

» Mon programme comprend quatre *Atlas d'ensemble* étagés, correspondant aux globes sus-mentionnés, et un *Atlas de détail* correspondant au globe au $\frac{1}{10000000}$.

» Chaque Atlas d'ensemble présenterait d'abord trois *mappemondes stéréographiques* occupant six grands cercles : la première se rapporterait au plan de l'équateur, la deuxième au plan du méridien 0^G ; la troisième à celui du méridien 100 .

» On y trouverait ensuite trois séries de projections gnomoniques.

» Une série *octaédrique* serait établie sur les huit faces triangulaires de l'octaèdre régulier circonscrit, dont un axe coïncide avec l'axe des pôles, et dont une arête correspond au méridien origine. Une série *hexaédrique* serait construite sur les six faces carrées de l'hexaèdre (cube) conjugué à l'octaèdre. Une troisième série *dodécaédrique* serait enfin construite sur les douze faces en losange du dodécaèdre rhomboïdal conjugué à la fois à l'octaèdre et au cube.

» Il y aurait donc en tout 32 feuilles stéréographiques et gnomoniques.

» Le planisphère de Mercator, qui offre une table graphique des longitudes et des latitudes, pourrait y être joint à titre de sommaire ou d'index.

» Les détails du globe entier seraient ensuite traités d'une manière uniforme dans l'Atlas de détail de format grand monde, composé de feuilles doubles ou simples et offrant trois séries gnomoniques.

» La première série correspondrait aux *trapèzes sphériques* limités par les méridiens et les parallèles de dix en dix grades, 0^G, 10^G, 20^G, 30^G..., sur le globe réduit au $\frac{1}{10000000}$. Chaque trapèze serait projeté sur le plan tangent dont le point de contact est à l'intersection du méridien et du parallèle moyens 5^G, 15^G, 25^G,.... La seconde série correspondrait aux *trapèzes* limités par les méridiens et les parallèles également espacés de dix grades, mais numérotés 5^G, 15^G, 25^G,...; les points de contact des plans tangents seraient aux intersections de parallèles et des méridiens numérotés 0^G, 10^G, 20^G,.... Les deux séries trapézoïdales seraient reliées par une troi-

sième série présentant les quadrilatères de forme voisine du *losange* dont les sommets correspondraient aux coins des trapèzes.

» Il semble évident qu'un tel système de cartes, dans lequel un *arc* quelconque de *grand cercle* serait toujours représenté par une *droite* immédiatement *transportable* d'une carte sur une autre, et immédiatement *mesurable* en *unités métriques*, se prêterait de la manière la plus avantageuse à tous les usages.

» Je le complète en régularisant le mode de figuré du relief par courbes horizontales. Je me suis aperçu que les altitudes cotées 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10 000 mètres marquent une suite de niveaux qui délimitent assez heureusement les différents ordres de saillies et de creux. Je donne à l'appui de cette assertion une classification des catégories d'accidents ou de formes que l'on est amené à distinguer par l'analyse orographique.

» J'arrive ainsi à dresser une échelle qui comporte l'emploi de 3 et au besoin de 5 épaisseurs de traits pour les équidistances 1, 10, 100, 1000, 10000 mètres. Pour chaque équidistance, les courbes dont les altitudes sont marquées par des chiffres significatifs *pairs* sont en lignes *pleines* ou à trait continu; les courbes cotées par des chiffres *impairs autres que des multiples de* 5 sont en lignes *pointillées*, c'est-à-dire à trait discontinu, et celles qui sont cotées par des chiffres significatifs impairs multiples de 5 sont en lignes *mixtes* formées de points et de traits.

» Les nouvelles coordonnées, longitudes, latitudes et altitudes métriques, dont le calcul serait grandement facilité par des instruments très-simples, devraient être réunies dans un *Répertoire de situations géographiques* qui comprendrait d'abord les localités déterminées dans la *Connaissance des temps*, l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* et les documents analogues publiés dans les différents pays.

» Je présente un cadre où j'ai réalisé les perfectionnements que l'usage m'a conseillé d'apporter au cadre du Répertoire d'altitudes que j'avais présenté à l'Académie en 1861.

» J'aborde enfin la question de la mesure décimale du temps.

» Je termine en indiquant les conditions dans lesquelles j'ai été conduit à édifier ce *Système de Géographie*, les circonstances qui m'y ont aidé, et les conséquences qu'il me semble permis d'attendre d'un *Système uniforme de relevés géologiques*, dont son application fournirait la base.

» Je présente à l'appui de mon exposé une série de spécimens, de modèles et d'esquisses. »

PHYSIQUE. — *Note sur le magnétisme* (suite); par M. J.-M. Gaugain (1).

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

« 61 (suite). Désignons par x le magnétisme rémanent que peut développer le courant i, et par y ce qui reste du magnétisme développé par le courant $+\mathrm{I}$ après le passage du courant $-i$. Admettons, en outre, que chacun de ces magnétismes exerce, en présence de l'autre, la même action que s'il était seul (cette supposition, comme on va le voir, se trouvera justifiée par les résultats mêmes des expériences). Nous aurons alors

$$(y+x)=m'',\quad y-x=\pm m'.$$

Les valeurs de x et de y peuvent donc être déterminées.

» Maintenant, puisque y représente la portion du magnétisme positif qui persiste après le passage du courant $-i$, c'est-à-dire celle qui se trouve placée au delà de la couche e dans laquelle peut s'exercer l'action du courant i, la portion détruite par le courant $-i$, celle qui se trouvait dans la couche e avant le passage du courant $-i$ aura pour valeur $m-y$. Si l'on donne à I une série de valeurs différentes en laissant toujours à i la même valeur, les nombres obtenus par $m-y$ représenteront les quantités de magnétisme développées par les divers courants I dans une couche de même épaisseur e.

» Le tableau suivant contient les résultats d'une série d'expériences dans laquelle la valeur constante de l'intensité i a été 7085. (J'ai indiqué, n° 46, Note du 29 septembre 1873, comment je mesurais les intensités des courants inducteurs.)

I.	8805.	11813.	17262.	31685.	50379.
m.......	+8,2	+20,8	+34,5	+48,3	+55
m'.......	−4	− 0,5	+ 5	+11,4	+15,6
m''.......	+5,6	+ 8,5	+13,4	+20,5	+24,3
x.......	4,8	4,5	4,2	4,5	4,3
y.......	0,8	4	9,2	15,9	20,0
$m-y$....	7,4	16,8	25,3	32,4	35,0

» On remarquera d'abord que les diverses valeurs de x sont presque identiques. Les différences qu'elles présentent sont comprises dans les limites d'erreur que comporte le procédé d'observation : ainsi se trouve jus-

(1) Voir *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre, 10 novembre, 22 décembre 1873, et 26 janvier 1874.

tifié le principe de la méthode employée. Pour le vérifier d'une autre manière, j'ai désaimanté le fer à cheval par le procédé du n° 48, et j'ai déterminé directement la valeur de x; j'ai trouvé 4,5, ce qui est à peu près la moyenne des nombres fournis par la série d'expériences précédente. Je crois donc que, dans les conditions de mes expériences, on peut regarder comme établie l'exactitude de l'hypothèse qui m'a servi de point de départ.

» Maintenant, si l'on compare les valeurs de $m - y$, on voit qu'elles sont très-différentes les unes des autres. Dans d'autres séries d'expériences, où j'ai donné à i une valeur plus petite, les valeurs obtenues pour $m - y$ ont présenté des différences bien plus grandes encore. La quantité désignée par $m - y$ croît rapidement avec l'intensité du courant inducteur I; lors donc que cette intensité augmente, l'aimantation ne pénètre pas seulement à une plus grande profondeur, elle devient en même temps plus forte dans la couche d'épaisseur e, à laquelle est limitée l'action du plus faible des courants employés.

» 62. Cette conclusion ne se rapporte qu'au magnétisme rémanent, dont j'ai donné la définition au commencement du précédent numéro (Note du 26 janvier 1874); mais il est très-probable qu'elle reste vraie pour le magnétisme total, car il faut remarquer que le magnétisme rémanent, dont il s'agit ici, forme en général la majeure partie du magnétisme total. On en pourra juger par les nombres du tableau suivant :

Intensité du courant inducteur I.	Rapport du magnétisme rémanent au magnétisme total.
7085	0,38
8805	0,50
11813	0,66
17262	0,72
31685	0,69
50379	0,60

» 63. Je reviens maintenant à l'état magnétique *constant;* je désigne par ce nom emprunté à M. Haecker l'état magnétique qui s'établit dans un barreau en fer à cheval lorsque l'armature a été appliquée et arrachée un assez grand nombre de fois pour que de nouveaux arrachements n'affaiblissent plus l'aimantation. J'ai fait voir précédemment, n°s 52, 53, 54, 59, que cet état *constant* dépend, pour un électro-aimant donné, non-seulement de l'intensité du courant inducteur que l'on fait circuler dans les bobines, mais aussi d'une multitude d'autres conditions, et notamment (n° 54) de la manière dont l'armature est arrachée la première fois après l'interrup-

tion du courant inducteur. Il résulte de là que, quand on veut comparer les valeurs du magnétisme *constant* qui correspondent à diverses valeurs du courant inducteur, il faut avoir soin d'exécuter les manœuvres de l'aimantation toujours de la même manière, et c'est une condition qu'il est difficile de remplir rigoureusement. En outre, j'ai reconnu que le principe qui sert de base à la méthode exposée dans le n° 61 n'est plus vrai, sans restriction, quand il s'agit du magnétisme *constant*. Lorsqu'on considère le magnétisme rémanent de la *première espèce*, celui dont il est question dans le n° 61, il résulte des expériences citées que le courant négatif i affaiblit toujours le magnétisme positif développé par I d'une quantité égale au magnétisme que le courant i développerait dans un barreau pris à l'état neutre; la valeur de x reste sensiblement constante aussi bien lorsque le courant m' est positif que lorsqu'il est négatif. Il n'en est plus ainsi lorsqu'il s'agit du magnétisme *constant*, et il y a lieu alors de distinguer le cas où le courant m' est positif et celui où il est négatif. Lorsque m' est négatif, la valeur de x reste au moins approximativement constante; mais, quand m' est positif, la valeur de x varie avec le rapport des intensités I et i : lorsque I n'est pas très-supérieur à i, la valeur de x n'est pas notablement plus petite que celle qui représenterait le magnétisme développé dans un barreau neutre par le courant i; mais si l'on augmente graduellement la valeur de I, en conservant à i une valeur constante, on trouve que la valeur de x diminue à mesure que celle de I augmente et qu'elle devient sensiblement nulle quand I atteint une certaine limite, ce qui veut dire que le magnétisme constant positif, développé par I, n'est pas affaibli d'une manière appréciable par le courant négatif i dès que le rapport des intensités dépasse une certaine limite, peu différente de 5. Il résulte de là que, lorsqu'on veut appliquer au magnétisme *constant* la méthode d'investigation du n° 61, les valeurs de i et I doivent rester comprises entre des limites telles que le courant d'induction désigné par m' soit toujours négatif. Je vais citer une série d'expériences dans laquelle cette condition a été remplie. L'intensité du courant inducteur a été mesurée comme dans la série du n° 61; mais, pour obtenir des déviations galvanométriques facilement appréciables, j'ai été obligé de réduire de beaucoup la résistance du circuit induit, de telle sorte que les valeurs de m, m', m'', x et y ne sont pas comparables à celles de la série du n° 61. Dans toutes les expériences, j'ai fait passer plusieurs fois le courant I dans des directions alternativement opposées avant d'aimanter le barreau dans le sens que je considère comme positif. L'intensité invariable du courant i a été 8052.

I.	11813.	17262.	31685.	50379
m.............	15,7	21,5	25,5	27,5
m'.............	−10,7	− 8,2	− 4,5	− 1,7
m''.............	+11,7	+14,7	+19,0	+23,0
x.............	11,2	11,4	11,7	12,3
y.............	0,5	3,2	7,2	10,6
$m-y$.........	15,2	18,3	18,3	16,9

» Comme je l'ai annoncé plus haut, les valeurs de x sont peu différentes les unes des autres; d'où il résulte que la méthode dont je me suis servi peut être appliquée aux courants sur lesquels j'ai opéré, sans erreur notable. Maintenant, si l'on considère les valeurs de $(m-y)$, on voit qu'elles ne sont pas non plus très-différentes les unes des autres, et l'on en conclura, en raisonnant comme dans le n° 61, que lorsqu'on augmente graduellement l'intensité du courant inducteur, on fait pénétrer l'aimantation à des profondeurs plus grandes sans la rendre notablement plus forte dans la couche d'épaisseur e à laquelle se trouve limitée l'action du plus faible des courants employés.

» De l'ensemble des recherches qui précèdent il paraît résulter que la distribution du magnétisme, considérée dans la direction normale à la surface du barreau, serait très-différente dans le cas du magnétisme rémanent *constant* et dans le cas du magnétisme *rémanent de la première espèce*. Dans le premier cas la densité du magnétisme serait à peu près uniforme, tandis que dans le second cette densité décroîtrait rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la surface. »

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction de l'eau comprimée*. Note de M. **Mascart**, présentée par M. Jamin.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Fizeau, Jamin.)

« M. Jamin a montré il y a quelques années que l'indice de réfraction de l'eau comprimée peut se calculer d'une manière assez exacte par la loi des puissances réfractives, ce qui fournirait une méthode optique pour déterminer le coefficient de compressibilité des liquides. Comme ce phénomène est le seul, à ma connaissance, que l'on puisse invoquer à l'appui de la loi de Newton, j'ai été conduit à reprendre cette expérience au moyen de l'appareil qui m'a servi pour l'étude des gaz, en m'entourant de toutes les précautions indiquées par M. Jamin et en déterminant avec soin la température du liquide.

» Les deux tubes de l'appareil interférentiel avaient 2 mètres environ de longueur et étaient complétement remplis d'eau. La pression étant constante dans l'un d'eux, on produisait lentement dans l'autre une variation de pression $H_2 - H_1$, et l'on comptait les franges qui passaient en un point du spectre. Dans ces conditions, un changement de pression de 1 mètre de mercure donnait lieu à un déplacement d'environ 70 franges et, comme on pouvait pointer le dixième de frange, on voit que les mesures comportaient une grande précision.

» J'ai constaté d'abord qu'à température constante le rapport $\frac{f}{H_2 - H_1}$ du nombre des franges déplacées à la variation de pression correspondante n'est pas constant, mais qu'il augmente un peu avec la pression. Ainsi, à la température de 15 degrés environ et pour la raie D, j'ai obtenu la valeur 67,70 à la pression moyenne de 1 mètre de mercure, et 68,52 quand la pression moyenne était de $3^{m},30$. Il semble résulter de là que la compressibilité de l'eau varie aussi plus vite que proportionnellement à la pression, comme on l'a déjà observé pour la plupart des liquides. L'influence de la température est encore plus facile à reconnaître; à la température de 5°,5, par exemple, la valeur du rapport est 71,85. Le sens du phénomène était facile à prévoir, puisque la compressibilité de l'eau diminue quand la température s'élève; mais les nombres précédents indiqueraient une variation notablement plus rapide que celle qui résulte des expériences nombreuses de M. Grassi.

» J'ai opéré d'abord avec de l'eau ordinaire en exerçant la pression par l'intermédiaire d'une masse d'air, puis j'ai complétement purgé l'appareil de gaz et transmis la pression par une colonne d'eau; les résultats n'ont pas varié d'une manière appréciable.

» Pour déduire de là le coefficient de compressibilité, on remarquera d'abord qu'entre les indices de réfraction n_1 et n_2 du liquide aux pressions H_2 et H_1, la longueur L du tube, le nombre f des franges déplacées et la longueur d'onde λ de la lumière, il existe la relation

$$(1) \qquad (n_2 - n_1) L = f\lambda.$$

D'autre part, le coefficient de compressibilité μ, pour la pression normale, est défini par l'équation suivante, dans laquelle d_1 et d_2 sont les densités du liquide au commencement et à la fin de l'expérience :

$$\frac{d_2 - d_1}{d_1} = \mu \frac{H_2 - H_1}{0,760}.$$

» Si l'on admet maintenant la loi des puissances réfractives

$$\frac{n_2^2 - 1}{d_2} = \frac{n_1^2 - 1}{d_1},$$

on déduit de ces trois équations, par un calcul approché,

$$\mu = \frac{f}{H_2 - H_1} \frac{\lambda}{L} \frac{2n}{n^2 - 1} 0,760.$$

Si l'on admet au contraire la proportionnalité de l'excès de réfraction $(n-1)$ à la densité, on obtient pour le coefficient de compressibilité une autre valeur

$$\mu' = \frac{f}{H_2 - H_1} \frac{\lambda}{L} \frac{1}{n - 1} 0,760.$$

En prenant 1,334 pour l'indice de réfraction de l'eau relatif à la raie D à la température de 15 degrés, les tubes ayant $2^m,003$ de longueur et le rapport du déplacement des franges à la variation de pression pour un excès de pression d'une atmosphère étant environ 67,7, on obtient par ces deux formules

$$\mu = 0,0000518,$$
$$\mu' = 0,0000453.$$

» Le premier nombre est très-voisin de celui qu'a obtenu M. Jamin, dans des conditions où la température ne devait pas différer beaucoup de 15 degrés; mais, d'après les expériences de M. Grassi, le coefficient de compressibilité de l'eau à 15 degrés est d'environ 0,0000471, de sorte que la compressibilité réelle du liquide est intermédiaire entre les deux valeurs que l'on déduit du changement de vitesse de la lumière, à l'aide de deux hypothèses différentes. La loi des puissances réfractives n'est même pas celle qui donne le nombre le plus voisin de la vérité; elle ne convient donc pas non plus au changement de réfraction de l'eau par la compression, et je crois qu'il n'existe aucun autre phénomène qui autorise à conserver cette loi dans la Physique.

» L'extrême délicatesse du procédé d'observation que j'ai employé m'a permis de constater et de mesurer le dégagement de chaleur produit par la compression de l'eau, ou plutôt l'abaissement de température qui résulte d'une décompression brusque. L'un des tubes étant à une grande pression, on ouvre un robinet qui laisse écouler quelques gouttes de liquide, et ramène immédiatement l'appareil à la pression atmosphérique. Pendant ce temps, il passe subitement, en un point du spectre, un grand nombre de

franges qu'il serait impossible de compter; mais le phénomène s'arrête tout d'un coup, et les franges paraissent immobiles. Si, alors, on continue de les observer pendant quelques minutes, on constate que l'équilibre n'est pas atteint et que les franges se déplacent encore très-lentement, en marchant dans le même sens. Le liquide, qui s'est refroidi par la décompression, reprend peu à peu la température du bain extérieur, et l'indice de réfraction diminue encore d'une petite quantité. A la température de 16 degrés, j'ai observé que le déplacement des franges, dû au réchauffement du liquide, était 1,9 pour une chute de pression de 4^{m}, 38 de mercure. Il résulte de là, comme on peut s'en assurer par l'équation (1), que l'indice de réfraction du liquide a diminué de 0,0000056.

» D'après les expériences de MM. Gladstone et Dale, l'indice de réfraction de l'eau pour la raie D diminue de 0,000085 environ quand la température s'élève de 1 degré. Le déplacement observé dans notre expérience correspond donc à un réchauffement de $0^{\circ},0066$, ce qui donnerait $0^{\circ},00110$ pour la pression de 1 atmosphère. Ce dégagement de chaleur, qui se produit pendant la compression des liquides, a été prévu par M. Thomson comme une conséquence nécessaire du principe de Carnot. M. Joule l'a vérifié par expérience, et il a constaté que le sens du phénomène est renversé à une température inférieure à 4 degrés, comme la théorie l'indiquait.

» L'élévation de température θ du liquide, d'après M. Thomson, est donnée par l'équation

$$\theta = \frac{(273 + t)\delta}{Ec}\frac{\pi}{\rho}.$$

» Dans cette formule, δ est le coefficient de dilatation du liquide à la température t de l'expérience, E l'équivalent mécanique de la chaleur, c la chaleur spécifique à pression constante, et ρ la densité du liquide, π la pression exercée sur 1 mètre carré. En prenant pour δ la valeur 0,000159 déduite des formules empiriques de M. Kopp, 436 pour l'équivalent E, il vient

$$\theta = 0^{\circ},00109.$$

Le résultat du calcul est identique à celui que donne l'expérience; mais il ne faut pas accorder une grande valeur à cette concordance absolue, parce que la précision des points ne peut guère dépasser le dixième de frange, ce qui pourrait causer une erreur relative de $\frac{1}{20}$; j'ai d'ailleurs, pour le calcul, emprunté des coefficients à plusieurs sources différentes, sans avoir vérifié le degré d'exactitude qu'ils comportent.

» J'ai cru devoir indiquer cette observation, qui n'est qu'une confirmation de la théorie de la chaleur et des belles expériences de M. Joule, parce que la méthode m'y paraît nouvelle; le liquide comprimé fait lui-même fonction de thermomètre, et les causes d'erreur ne proviennent que de l'exactitude avec laquelle on connaît certains coefficients parfaitement définis. L'eau est d'ailleurs le liquide qui donne lieu à la plus faible variation de température, parce que le coefficient de dilatation est très-faible et la chaleur spécifique très-grande. J'espère reprendre cette expérience dans des conditions plus favorables. »

PHYSIQUE. — *Réponse aux observations critiques de M.* H. Sainte-Claire Deville, *sur une méthode pour la détermination des densités des vapeurs.* Note de M. **Croullebois.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. H. Sainte-Claire Deville, Wurtz, Thenard, Jamin.)

« Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre aux critiques qui m'ont été adressées par M. Deville, au sujet de ma dernière Communication. Je me défends d'abord d'avoir attribué à mon procédé une supériorité quelconque sur celui de Gay-Lussac; il suffit, pour s'en convaincre, de se reporter à la Note que j'ai publiée dans les *Comptes rendus*. J'ai dit seulement que le procédé en question était différent de la méthode de Gay-Lussac, et il est aisé de le reconnaître. En effet, quand on opère avec l'appareil de cet illustre physicien, il faut chauffer jusqu'à une température assez haute pour que la pression soit plus faible que la pression maximum; et cette condition entraîne la connaissance préalable des forces élastiques de la vapeur. Comme cette recherche serait plus difficile encore que celle de la densité, dans le cas de l'hydrogène phosphoré liquide, j'ai réussi à me dispenser de ces déterminations presque impraticables en utilisant les propriétés si contrastantes des vapeurs saturées et non saturées. A vrai dire, mon instrument se rapprocherait davantage des tubes qu'employait Dalton dans ses mémorables expériences, si ces derniers étaient évasés à leur partie supérieure de manière à grandir l'étendue du vide barométrique. On ne saurait en outre fonder les bases d'une analogie complète dans l'usage de l'ampoule remplie de liquide volatil, artifice expérimental qui était familier à Dalton lui-même, et que M. Regnault a bien souvent employé dans ses célèbres travaux.

» Ce premier point établi, je regrette que M. Deville ait oublié, dans

toutes les critiques suivantes, que mon appareil était spécialement approprié à l'étude de l'hydrogène phosphoré liquide ou des corps analogues. Il aurait sans doute porté un jugement moins sévère sur mon travail, s'il eût réfléchi aux difficultés que présente le maniement de ces corps. Il aurait trouvé inutile de me rappeler l'ampoule mince et effilée de Gay-Lussac, et cela pour plusieurs raisons: la première, c'est que devant être nécessairement détachée du tube abducteur de l'appareil de M. P. Thenard, il est impossible qu'elle soit « pesée vide et ensuite pleine de liquide » ; la seconde raison, c'est qu'en soufflant des ampoules très-minces à l'extrémité du tube, à cause de la volatilité du produit, la fermeture est impraticable; et si l'ampoule vient à éclater, ce qui est arrivé plusieurs fois entre mes mains, on est exposé à des blessures profondes et dangereuses.

» J'avoue que la pratique de mon procédé n'est pas simple, qu'elle exige des manipulations pénibles; mais il ne faut pas oublier que le corps que j'avais à étudier a des allures tout à fait extraordinaires. D'ailleurs, mon avis est encore, malgré toutes ces critiques dont quelques-unes sont spécieuses, que ma solution, quoique imparfaite, est la seule qui convienne jusqu'à présent au problème. La méthode de Gay-Lussac ne peut être employée, car je trouve une erreur fondamentale même dans la forme d'expérimentation que me conseille M. Deville. Si j'insiste, c'est que je veux donner à M. Deville la preuve que j'ai parfaitement compris les principes de cette méthode. L'éminent chimiste dit à la fin de sa Communication : « Il aurait pu..... chauffer progressivement la vapeur..... et constater pour chaque température le volume qu'occupe cette vapeur et cela par des mesures faciles à multiplier. Il se serait arrêté seulement au moment où..... cette vapeur aurait donné des signes de décomposition ». Mais la condition qui préside à l'emploi de la méthode, à savoir que le poids du liquide contenu dans l'ampoule est tout entier vaporisé, comment s'assurer qu'elle est réalisée? Ici le conseil manque, car le signe de la décomposition n'est pas le signe d'une vapeur sèche; on ne peut donc être rationnellement certain que la limite de saturation a été dépassée.

» Enfin M. Deville aurait pu encore s'éviter deux autres reproches. L'installation de l'appareil ne présente pas « de sérieuses difficultés »; on peut l'obtenir en quelques instants même avec l'aide d'une seule personne. D'autre part, en communiquant, à la prière de quelques chimistes, le principe de mon procédé, en faisant connaître son usage pour l'hydrogène

phosphoré et le résultat général que j'en avais déduit, il s'agissait de juger du simple au double; je ne pouvais ignorer les belles expériences de M. Cahours et de MM. Deville et Troost. Je me réserve de les prendre pour modèle et cette restriction est contenue clairement, quoique implicitement, dans la dernière phrase de ma Communication.

» Dans le travail que je soumettrai prochainement à l'Académie, on verra que j'ai fait tous mes efforts pour mériter les encouragements que quelques Membres ont bien voulu m'accorder. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'hydrogène avec les métaux alcalins.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Balard, H. Sainte-Claire Deville, Cahours.)

« Gay-Lussac et Thenard ont constaté (1) que le potassium chauffé à l'aide d'une lampe à esprit-de-vin dans une cloche courbe placée sur le mercure perd son aspect métallique en absorbant de l'hydrogène (2). En prenant la précaution de renouveler les surfaces du potassium avec une tige de fer, ils ont pu faire absorber par $0^{gr},0414$ de potassium $2^{cc},8$ de gaz (environ cinquante-sept fois le volume du potassium), et ils pensent que, si l'on pouvait saturer le potassium, celui-ci absorberait $3^{cc},5$ (62 volumes) : ce dernier nombre correspond à un quart d'équivalent d'hydrogène pour 1 équivalent de potassium (3). Ils ont également constaté que le sodium peut absorber l'hydrogène, mais ils n'ont fait aucune détermination numérique.

» Les recherches qui font l'objet de cette Note établissent : 1° que l'hydrogène forme avec le potassium une combinaison définie ayant l'éclat d'un métal, et dont la composition est représentée exactement par la formule K^2H ($K = 39$, $H = 1$); 2° que l'hydrogène forme également avec le sodium une combinaison définie, d'aspect métallique, et dont la composition est représentée exactement par la formule Na^2H ($Na = 23$, $H = 1$).

» *Potassium hydrogéné.* — Le potassium soumis à l'expérience était

(1) *Recherches physico-chimiques*, t. I, p. 176.

(2) M. Jacquelain (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXIV, p. 203) a proposé d'utiliser cette propriété du potassium pour séparer l'hydrogène dans un mélange de ce gaz et de carbures d'hydrogène.

(3) L'hydrure gris, qui prendrait ainsi naissance, aurait pour formule K^4H ($K = 39$, $H = 1$).

contenu dans une nacelle de fer, placée au fond d'un tube de verre communiquant par un tube en T, d'une part avec un manomètre, et d'autre part avec un robinet à trois voies, qui permettait de le mettre en communication soit avec une pompe de Sprengel, soit avec une source d'hydrogène pur et sec. Le tube contenant le métal pouvait être porté successivement à diverses températures que l'on maintenait constantes pendant un très-grand nombre d'heures. On a constaté ainsi qu'on peut fondre le potassium et le maintenir liquide dans une atmosphère d'hydrogène sans qu'il y ait absorption de ce gaz. L'hydrogène ne commence à être absorbé qu'au-dessus de 200 degrés; à cette température, l'absorption est d'une lenteur extrême; elle est beaucoup plus rapide, si l'on chauffe vers 350 ou 400 degrés (1).

» Le potassium hydrogéné préparé par un long séjour dans le gaz hydrogène est à la température ordinaire très-cassant, semblable par son aspect à un amalgame d'argent, dont il a le grain cristallin et tout l'éclat; aussi est-il difficile de se défendre de comparer le potassium hydrogéné à un véritable alliage. Ce composé peut être fondu dans le gaz hydrogène ou dans le vide sans subir la moindre altération. Mis au contact de l'air, il s'enflamme immédiatement. Le potassium hydrogéné chauffé au-dessus de 200 degrés dans le vide commence à se dissocier. On peut entre 330 et 430 degrés mesurer les tensions d'hydrogène qui limitent la décomposition de ce corps, et constater que les tensions de dissociation croissent d'abord lentement avec la température, tandis qu'à partir de 370 degrés de très-faibles variations de température s'accusent par un accroissement très-rapide des pressions.

Températures.	Tensions de dissociation du potassium hydrogéné.
330°	45mm
340	58
350	72
360	98
370	122
380	200
390	363
400	548
410	736
420	916
430	1100

(1) En opérant sur 2gr,500 de potassium, il a fallu deux cent cinquante heures pour saturer ce métal chauffé à 290 degrés.

» A 411 degrés la tension du gaz hydrogène est de 760 millimètres; pour produire le potassium hydrogéné à cette *température il* faut donc chauffer le potassium dans de l'hydrogène ayant une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique. La température la plus favorable à la préparation est 300 degrés environ, parce que l'excès de pression du gaz hydrogène sur la tension de dissociation est considérable, et de plus parce qu'à cette température le potassium n'est pas sensiblement volatil. En résumé, ce corps ne se forme pas avant 200 degrés et se décompose à 411 degrés sous la pression atmosphérique. Les conditions nécessaires pour la production et la décomposition de ce corps sont donc comparables à celles de la production et de la décomposition de l'oxyde de mercure : le mercure ne s'oxydant que vers 300 degrés et l'oxyde formé se décomposant vers 500 degrés dans les conditions ordinaires de pression (1).

» Ce composé défini dissout du gaz hydrogène en quantité variable avec la température et la pression; il se conduit donc comme le palladium hydrogéné, mais l'absorption est beaucoup moins considérable : ainsi à 300 degrés sous la pression de 760 millimètres, il ne se charge que de 40 volumes de gaz hydrogène. Ce gaz dissous accuse sa présence par des tensions supérieures à celles qui figurent dans le tableau ci-dessus et qui varient avec l'état de saturation de l'alliage. Il faut donc, pour avoir la combinaison définie seule, expulser du gaz jusqu'à ce que la pression de l'hydrogène ne soit plus supérieure à la tension de dissociation pour la température à laquelle se fait l'expérience.

» Le potassium hydrogéné a été analysé en extrayant, au moyen de la pompe de Sprengel, le gaz hydrogène de la combinaison préalablement débarrassée du gaz dissous. Un volume de potassium étant combiné à 126 volumes d'hydrogène, la formule K^2H exige $124^{vol},6$. Le léger excès de gaz trouvé tient à ce que le potassium employé renferme 3,4 pour 100 de sodium.

» *Sodium hydrogéné*. Le sodium peut-être fondu dans le gaz hydrogène sans absorber la moindre trace de ce gaz. Ce métal n'absorbe pas encore l'hydrogène à 200 degrés, température à laquelle l'absorption se produit avec le potassium. C'est seulement vers 300 degrés que cette propriété du sodium commence à se manifester. Dès 421 degrés elle cesse de se produire, si l'hydrogène ne possède pas une pression supérieure à la pression atmo-

(1) Debray, *Note sur la dissociation de l'oxyde rouge de mercure*. (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 123.)

sphérique. Les limites dans lesquelles on peut préparer le sodium hydrogéné, sous la pression atmosphérique, sont donc plus resserrées que pour le potassium hydrogéné.

» Ce corps est mou comme le sodium à la température ordinaire; mais il devient très-cassant, facile à pulvériser, cristallin un peu avant sa fusion. Il est blanc d'argent, un peu plus fusible que le sodium et doué de plus d'éclat que ce métal : il présente donc l'aspect d'un alliage. Ce corps peut être fondu dans le vide sec et dans l'hydrogène. Il est moins altérable à l'air que le composé correspondant du potassium. Le sodium hydrogéné se prête sans trop de difficulté à une détermination de densité qui n'a pu être effectuée sur le composé K^2H, beaucoup trop altérable. La densité de Na^2H peut se prendre dans l'huile de naphte. Cette densité est 0,959 par rapport à l'eau et celle du sodium employé à la préparation et prise dans les mêmes conditions est 0,970.

» Ce corps éprouve une dissociation régulière que nous avons pu mesurer entre 330 et 430 degrés.

Températures	Tensions de dissociation du sodium hydrogéné.
330°	28mm
340	40
350	57
360	75
370	100
380	150
390	284
400	447
410	598
420	752
430	910

» Les valeurs inscrites dans ce tableau montrent que la dissociation du composé Na^2H suit les mêmes lois que celles du composé K^2H. On remarque que, pour une même température, les tensions correspondant au sodium hydrogéné sont un peu plus faibles que celles du potassium hydrogéné.

» Ce composé ne dissout que de très-petites quantités de gaz hydrogène; ainsi, à 400 degrés et sous la pression de 760 millimètres, il n'en prend que trois à quatre fois son volume.

» Le sodium hydrogéné débarrassé de cette petite quantité de gaz dissous a été analysé en extrayant le gaz à l'aide de la pompe de Sprengel :

1 volume de sodium était combiné à 237 volumes d'hydrogène; la formule Na^2H exige 238 volumes.

» Le lithium et le thallium ne se combinent ni l'un ni l'autre avec l'hydrogène dans les limites de température de pression où se forment les composés du potassium et du sodium que nous venons de décrire. Cette circonstance nous a permis de fixer facilement les volumes de gaz hydrogène que ces métaux peuvent dissoudre dans les conditions suivantes.

» Le lithium chauffé à 500 degrés dans le gaz hydrogène sous la pression de 760 millimètres absorbe dix-sept fois son volume de gaz; le thallium, dans les mêmes conditions, n'en dissout que trois fois son volume. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur quelques bronzes de la Chine et du Japon à patine foncée.* Note de M. **H. Morin.**

(Commissaires : MM. Peligot, Tresca.)

« En 1869 eut lieu, au Palais de l'Industrie, une exposition d'objets de la Chine et du Japon, parmi lesquels figuraient des bronzes d'une beauté remarquable. Ces bronzes, de formes très-variées, appelaient l'attention non-seulement par la délicatesse de leurs filigranes, mais encore par la couleur de la patine, qui se montrait sur la plupart des pièces d'un beau noir mat. L'analogie que tous ces bronzes présentaient entre eux en faisait une riche collection caractérisant nettement le goût correspondant à l'une des époques de l'art asiatique. Leur composition d'ailleurs était peu ou point connue.

» M. Barbedienne me confia divers échantillons de ces bronzes niellés à patine foncée. Ces échantillons étaient au nombre de sept : les uns étaient des vases à formes arrondies, les autres des vases à quatre ou six pans. Les sujets, représentés par les filigranes, étaient en général des feuilles, des fleurs et des tortues avec des grecques; sur deux seulement, supposés d'origine plus récente, on remarquait des oiseaux et des personnages. Ces dernières décorations offraient les couleurs éclatantes d'un métal mis à nu, rehaussées par un brillant vernis, et étaient posées sur le bronze.

» Mes premières recherches eurent pour but l'examen de la patine foncée, qu'on retrouvait, d'une manière presque générale, sur ces bronzes niellés et qui évidemment avait pour effet de faire ressortir par contraste l'argent des filigranes. Dans aucun des échantillons, il ne fut possible de constater la présence de ces vernis du Japon, si remarquables à la fois par

leur solidité et les effets variés qu'ils produisent; le ton mat des objets semblait déjà, du reste, exclure toute supposition à cet égard. D'un autre côté, il fut bien établi que cette patine, qui faisait corps avec le bronze, n'était point due à une coloration par le soufre, ainsi que les Chinois le pratiquent dans certains cas.

» Il y avait donc lieu de supposer que la composition de l'alliage employé n'était pas étrangère aux résultats obtenus; ces prévisions furent entièrement confirmées par les analyses consignées dans le tableau suivant:

	I.					II.	
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Étain....	4,36	2,64	3,27	3,23	5,52	7,27	6,02
Cuivre...	82,72	82,90	81,30	83,09	72,09	72,32	71,46
Plomb...	9,90	10,46	11,05	11,50	20,31	14,59	16,34
Or......	»	traces	»	»	»	»	»
Fer......	0,55	0,64	0,67	0,22	1,73	0,28	0,25
Nickel...	»	traces	»	»	»	»	»
Zinc.....	1,86	2,74	3,27	0,50	0,67	6,00	5,94
Arsenic...	traces	0,25	traces	0,25	traces	traces	traces
Soufre....	traces	»	»	traces	traces	»	»
	99,39	99,63	99,56	98,79	100,32	100,46	100,01

» Eu égard à la minime partie de ces objets qu'il a été possible de prélever pour l'analyse, on n'a pu prendre la densité que d'un seul de ces bronzes, le n° 1 : cette densité a été trouvée = 8,8455.

» La première remarque, et en même temps la plus importante, à laquelle donne lieu la composition des alliages du premier groupe, c'est que tous contiennent une proportion de plomb beaucoup plus grande que celle des bronzes d'art ordinaires; l'expérience a montré d'ailleurs que cette quantité de plomb augmente précisément avec l'intensité de la patine. On arrive ainsi à cette conclusion (que corrobore la synthèse), que la patine foncée des bronzes niellés de la Chine et du Japon examinés est due à la composition propre de ces bronzes.

» Les alliages du second groupe se distinguent par une plus forte proportion d'étain, et surtout de zinc; leur décoration est plus soignée et semble dénoter un progrès dans la disposition des dessins; mais déjà le zinc, qui s'y trouve plus abondamment, semble contre-balancer la présence du plomb.

» Il restait à reconstituer ces bronzes de toutes pièces, et à vérifier si les alliages ainsi obtenus se comporteraient de même que les alliages chinois.

Deux compositions synthétiques furent effectuées dans ce but avec les proportions ci-dessous :

	1re composition.	2e composition.
Étain	5,5	5
Cuivre	72,5	83
Plomb	20,0	10
Fer	1,5	»
Zinc	0,5	2
	100	100

» De ces deux compositions, la première, qui s'est rarement rencontrée, offre peu d'intérêt; elle constitue un alliage d'un emploi excessivement difficile, et, sans donner des résultats supérieurs au point de vue de la patine, elle a l'inconvénient de fournir des objets d'une grande fragilité, fragilité qui a dû causer l'étonnement de plus d'un amateur, en voyant des vases d'un grand prix se briser presque au moindre choc.

» La seconde, au contraire, fournit des résultats dignes d'attention; en effet, en opérant la fonte de l'alliage convenablement, on obtient un bronze en tous points semblable au bronze chinois.

» Sa cassure, à grains gris, assez serrés, est identique; son poli est le même, et enfin, chauffé comme lui au feu de moufle, il prend, en peu de temps, cette patine noire mate que l'on ne peut obtenir avec les bronzes d'art moderne, car ceux-ci s'écaillent dans les mêmes conditions. Le bronze ainsi obtenu, comme le bronze chinois, se travaille avec facilité, soit au tour, soit au ciseau; mais, d'un autre côté, pour obtenir une fonte bien réussie, il importe de ne couler que des objets très-minces, comme le font les Chinois, et encore le fondeur doit-il tenir soigneusement compte de la température du métal. Coulé trop chaud, ce bronze offre les mêmes inconvénients que s'il était employé à fabriquer des objets de forte épaisseur; pendant le refroidissement, une sorte de liquation s'opère dans le moule, et la pièce en sort hérissée de nombreux petits points d'alliage blanc. C'est cette liquation, ménagée avec soin et suivie simultanément d'une oxydation, qui se produit lorsqu'on réchauffe ce bronze au feu de moufle, et qui donne ainsi lieu à la formation d'une patine foncée adhérente.

» Le peu de stabilité des alliages de cuivre et de plomb permet difficilement d'utiliser les jets de fonte; ces considérations, jointes à la fragilité du métal, rendent son usage peu pratique dans les arts; il ne faut cependant pas perdre de vue que son emploi permet d'obtenir facilement certains effets de patine qu'on ne peut demander aux bronzes de qualité supérieure.

» En terminant, je tiens à remercier M. Barbedienne de la bienveillance avec laquelle il m'a fourni les bases de ce travail, ainsi que les moyens de le mener à bonne fin. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Lombriciens terrestres exotiques des genres* Urocheta *et* Pericheta. Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, P. Gervais.)

« Dans de précédents travaux, entrepris en grande partie sur les échantillons de la collection du Muséum d'Histoire naturelle, j'ai montré qu'il existait chez les Lombriciens terrestres, sous une apparence très-uniforme, une grande variété d'organisation; mais les échantillons conservés se prêtant aussi mal que possible à l'étude, j'ai dû songer à me procurer des individus vivants des différents types de cette collection, et c'est une partie des résultats obtenus dans cette seconde série de recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. Je dois la plupart des individus que j'ai étudiés jusqu'ici à l'obligeance de l'intelligent et habile chef des serres du Muséum, M. Houllet. Dans la terre de chaque envoi de plantes vivantes exotiques, il arrive presque toujours des Lombrics vivants dont quelques-uns se sont même, paraît-il, acclimatés dans les serres du Jardin des Plantes. M. Houllet a, sur ma demande, recueilli avec le plus grand soin ces animaux, et c'est ainsi que j'ai pu étudier vivants des *Eudrilus*, du Brésil, de nombreuses espèces de *Pericheta*, provenant de l'Inde, de la Cochinchine, de la Martinique, du Brésil, et surtout un genre fort curieux, que dans mon précédent travail j'avais dû laisser aux *incertæ sedis*, le genre *Urocheta*. En outre, plusieurs voyageurs ont bien voulu me promettre des envois, et le R.-P. Jules Tailhan, procureur des Missions, a mis la plus grande obligeance à faire recueillir, dans les diverses parties du monde où la Société de Jésus a des missionnaires, les Vers de terre de ces contrées. J'espère pouvoir mettre bientôt sous les yeux de l'Académie de nouvelles recherches; je me bornerai aujourd'hui à indiquer les traits principaux de l'organisation des *Urocheta* et des *Pericheta*.

» Un fait de répartition géographique qui est très-frappant, et au sujet duquel j'ai pris cependant les renseignements les plus précis, c'est que la même espèce d'*Urocheta*, l'*Urocheta hystrix*, se trouve à la fois à la Martinique, à Java et au Brésil; le genre *Pericheta* existe, lui aussi, à la Martinique, au Brésil, au Pérou, et on le retrouve à l'île Bourbon, et dans toute

la partie méridionale du continent asiatique; mais ses espèces sont nombreuses et différentes dans ces diverses régions, comme le sont elles-mêmes les espèces si répandues du genre Lombric. On pressent facilement tout l'intérêt philosophique que présenterait une étude soigneuse et approfondie de la répartition géographique d'animaux aussi sédentaires que les Lombriciens; mais il faudrait, dans cette étude, tenir grand compte de la facilité avec laquelle ces êtres se transportent et s'acclimatent. Cette facilité est telle que je possède encore vivants, à l'heure qu'il est, des *Pericheta* du Brésil et des *Lombrics* d'Australie qui m'ont été remis au mois de juillet 1873.

» Les *Urocheta* sont des Vers de 1 décimètre de long tout au plus, sur environ 3 millimètres de diamètre. Leurs soies, disposées à la partie antérieure du corps, comme celles de nos Lombrics, arrivent graduellement à se disposer en quinconce à la partie postérieure du corps, de sorte qu'elles forment alors seize rangées, les huit soies de chaque anneau alternant avec celles des anneaux contigus. *Ces soies sont bifurquées à leur extrémité*, comme celles des Lombriciens aquatiques; il est donc impossible de voir, dans la terminaison simple ou bifide des soies, un caractère distinguant les Lombriciens terrestres ou *Lumbricina* des *Naïdea*. Ce fait permet-il de continuer à adopter les bases de la classification des Lombriciens proposée par Grube et encore adoptée, en 1869, par M. Léon Vaillant? Les soies du vingtième anneau, voisines de l'orifice génital mâle, sont modifiées d'une manière spéciale, et ressemblent à celles que j'ai décrites dans une position analogue chez les *Rhinodrilus*. Les téguments et l'apparence extérieure sont d'ailleurs, à très-peu près, identiques à ceux de nos Lombrics. L'appareil digestif se compose d'un pharynx musculo-glandulaire, d'un œsophage, d'un gésier musculeux auquel fait suite un tube plus étroit, dans lequel s'ouvrent trois paires de grosses glandes compactes, d'un blanc de craie, contractiles, et dont les *éléments glandulaires sont solubles avec effervescence dans l'acide acétique*, fait que l'on peut aussi constater pour les glandes œsophagiennes de nos Lombrics, dites *glandes du calcaire*, et qui sont, nous le démontrerons, leurs analogues morphologiquement et physiologiquement. Le véritable intestin commence ensuite avec ses caractères ordinaires. Il est tapissé intérieurement par un *épithélium vibratile;* cette particularité se retrouve chez nos Lombrics où elle n'a été signalée que par Ray-Lankester : elle a son importance, parce qu'elle diminue encore la distance qui sépare les *Lombrics* des Naïs. Le typhlosolis est une simple lame membraneuse également vibratile, plongeant au milieu de l'intestin et supportant un vaisseau qui, après s'être

renflé antérieurement, finit par affleurer à la surface de l'intestin, où l'on peut le voir sans préparation au-dessous du vaisseau dorsal. En arrière des glandes à effervescence de l'intestin, ce vaisseau intestinal donne naissance à deux anses latérales très-volumineuses, animées de contractions rhythmiques, et qui viennent s'ouvrir dans le vaisseau sus-nervien. En avant de ces *cœurs latéraux de l'appareil vasculaire intestinal* se trouvent trois autres paires de cœurs latéraux, identiques à celles de nos Lombrics, et qui font communiquer le vaisseau dorsal, également contractile, avec le vaisseau sus-nervien. Il y a donc ici *deux sortes de cœurs latéraux*, et cette disposition remarquable, qui n'existe pas chez nos Lombrics, se retrouve, ainsi que les traits fondamentaux de l'appareil circulatoire des *Urocheta*, chez les *Pericheta*. Dans tous les anneaux du corps qui suivent ceux qui contiennent les cœurs, le vaisseau dorsal communique directement, non plus avec le vaisseau sus-nervien, mais avec le vaisseau sous-nervien, par des anses latérales qui envoient chacune dans les téguments une grosse branche se résolvant rapidement en un réseau capillaire. Côte à côte avec elle, et la suivant dans toutes ses ramifications, chemine une branche issue du vaisseau sus-nervien avec lequel le vaisseau dorsal ne communique en conséquence que par l'intermédiaire d'un réseau capillaire, que l'on peut considérer comme le réseau respiratoire. Les *Pericheta* ont, eux aussi, quoi qu'on en ait dit, un vaisseau sous-nervien affectant exactement, avec le vaisseau dorsal, les rapports que nous venons d'indiquer.

» Le sang que le vaisseau dorsal envoie dans les parois de l'intestin, et qui s'y répartit dans un réseau à mailles rectangulaires fort élégant et fort régulier, se rassemble dans des vaisseaux courant en écharpe sur l'intestin, qui se rendent au vaisseau du typhlosolis et de là, par l'intermédiaire des cœurs du système vasculaire intestinal, dans le vaisseau sus-nervien.

» Il en est de même chez les *Pericheta* ou le vaisseau du typhlosolis, presque sessile, est divisé en chambres recevant chacune, par leur partie postérieure renflée, une paire de vaisseaux en écharpes et rappelle par sa disposition moniliforme celle des vaisseaux lymphatiques des Mammifères.

» Les organes segmentaires, munis d'un pavillon vibratile, s'ouvrent extérieurement, chez les *Urocheta*, en avant de la soie inférieure de la rangée supérieure et, dans la région postérieure du corps, ne suivent pas cette soie dans ses déplacements. Ils sont remplacés, dans les quatre premiers anneaux, par une grosse glande s'ouvrant à la partie antérieure du troisième anneau et homologue des touffes de tubes glandulaires que l'on trouve

dans les anneaux antérieurs des *Pericheta*, et qui ont été prises à tort pour des glandes œsophagiennes. Le sang que ces glandes reçoivent, comme celui qui se rend à toutes les glandes de la partie antérieure du tube digestif, provient de deux branches spéciales issues du vaisseau dorsal, revient au vaisseau sus-intestinal et, de là, est poussé par les cœurs intestinaux dans le tronc sus-nervien. Ces deux branches vasculaires ont, chez nos Lombrics, des analogies qui n'ont jamais été signalées. Chez les *Pericheta*, je n'ai pu trouver jusqu'ici d'orifices ni aux organes segmentaires, ni aux volumineuses touffes de tubes glandulaires qui les remplacent dans la partie antérieure du corps.

» Le système nerveux est construit sur le plan ordinaire; mais, tandis que, chez les *Pericheta*, le système stomato-gastrique est réduit à un ganglion unique, il forme, chez les *Urocheta*, un second collier œsophagien complet, relié par de nombreux connectifs au collier principal.

» J'ai décrit autrefois avec détails l'appareil génital des *Pericheta*; je n'y reviendrai pas. Les *Urocheta*, que j'ai pu étudier, n'étaient pas à l'état de maturité sexuelle : je n'ai pu voir leurs ovaires; mais j'ai pu m'assurer qu'ils ne possédaient qu'une seule paire de testicules, situés en arrière du gésier, munis de canaux déférents s'ouvrant sur la ceinture et dépourvus de toute glande accessoire, comme cela a lieu chez les autres *Lombriciens intraclitelliens*. Il y a trois paires de poches copulatrices sans annexes, s'ouvrant au bord antérieur des anneaux 8, 9 et 10. Tous ces faits appellent de nombreuses comparaisons que je ne puis développer dans cette Note, mais qui trouveront place dans un Mémoire détaillé qui paraîtra bientôt dans les *Archives de Zoologie expérimentale*, dirigées par M. le professeur de Lacaze-Duthiers. »

BOTANIQUE. — *De quelques faits généraux qui se dégagent de l'androgénie comparée;* par M. A. CHATIN.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'androgénie m'a autrefois (*Comptes rendus*, t. XL, XLI et XLII) conduit à formuler quelques rapports sur l'ordre des naissances, l'ordre de développements consécutifs à la naissance et celui des avortements des étamines, soit qu'on les considère en eux-mêmes ou qu'on les compare entre eux; je viens appeler l'attention sur quelques autres faits généraux mis en lumière par une méthode d'investigation qui, faisant assister aux premiers âges des organes, permet, en bon nombre de cas, de résoudre

sûrement par l'observation des questions que la méthode analogique ne pouvait éclairer que par hypothèse.

» Les points que je considère aujourd'hui sont les suivants :

» La position respective des verticilles de l'androcée et celle des parties d'un verticille staminal donné;

» Le nombre vrai des parties d'un verticille;

» L'ordre de naissance des parties d'un verticille.

» I. La position respective des étamines d'un androcée à plusieurs verticilles est, dans beaucoup de cas, indéterminable par l'observation des parties développées; l'organogénie donne, au contraire, sûrement cette position, à la seule condition que les observations soient suivies depuis l'apparition des organes jusqu'à un certain point de leur développement. On voit clairement alors que les Érythroxylées, les Papilionacées, les Liliacées, les Éricacées, etc., qui montrent ordinairement dans la fleur leurs étamines sur un seul cercle, ont, en réalité, deux verticilles bien distincts, dont l'un, opposé aux sépales, est le plus externe dans les Légumineuses et les Liliacées, le plus interne dans les Éricacées et les Érythroxylées.

» Une cause d'erreur contre laquelle on doit se tenir en garde dans la recherche de la position relative des verticilles staminaux est celle qui ressort, chez un assez grand nombre de plantes, du changement apparent de position respective de ces verticilles dans la préfloraison, par suite de déviations de la portion supérieure des étamines.

» Il peut arriver, en effet (*Chorozema*, *Coronilla*, etc.), que les anthères du verticille interne, passant à un certain moment au-dessous et en arrière de celles plus élevées du verticille réellement externe, paraissent constituer celui-ci : ainsi encore, quoique pour une cause différente, on a pu croire que dans le *Francoa*, les Saxifragées et les Éricacées, les étamines premières-nées forment ce verticille externe, lequel existe dans les Limnanthacées, les Légumineuses et les Élatinées, où il était méconnu. L'observation attentive des premiers âges et de ceux qui suivent fera éviter cette cause d'erreur, de laquelle ne s'est pas toujours préservé un organogéniste cependant exercé.

» Certaines plantes ont les étamines en nombre triple, quadruple etc., des sépales. Or, tandis que la méthode analogique voyait là autant de verticilles que de multiples des parties du calice, l'organogénie prouve qu'il n'existe le plus souvent que deux verticilles, dont l'un présente deux étamines, ou même davantage, à la place où devraient se trouver des étamines solitaires : ainsi s'explique la prétendue triplostémonie des *Butomus*, *Rheum*, *Monsonia*, etc.

» Ailleurs, les éléments de l'androcée, supérieurs en nombre aux sépales ou pétales, mais non en multiples de ceux-ci, se présentent comme sur un seul cercle, ce qui rend impossible de reconnaître dans la fleur s'ils forment un nombre donné de verticilles semblables entre eux, mais différents, quant au nombre des parties qui les forment, des enveloppes florales, ou s'ils sont constitués en partie par des verticilles semblables à ces dernières, en partie par des verticilles qui diffèrent par le nombre de leurs éléments : tel est le cas du *Tropæolum* et de beaucoup de Sapindacées où les étamines, au nombre de huit, se décomposent en un verticille complet d'étamines oppositisépales et en un verticille oppositipétale et externe, incomplet par l'avortement de deux de ses parties. Tel est aussi la *Stellaria media* et plusieurs autres Caryophyllées, réduites à six, sept ou huit étamines par l'avortement de quatre, trois ou deux des étamines du verticille oppositipétale.

» Toute autre est l'explication pour la *Scleranthus*, dont les étamines, toujours oppositisépales, peuvent être portées de cinq à huit par la production de couples d'étamines là où d'autres fois elles sont solitaires; pour le *Phytolacca*, qui pour cinq sépales a tantôt un seul verticille de cinq couples d'étamines, tantôt à l'intérieur de celui-ci, un autre rang semblable de cinq couples, le tout donnant vingt étamines qu'on eût pu croire représenter quatre verticilles, au lieu de deux existant réellement.

» La situation des parties qui manquent et de celles qui restent aux androcées méio-stémones en apparence réguliers (*Monniera*, *Melianthus*, plusieurs Paronychiées, Chénopodées, etc.), est encore bien indiquée, dans presque tous les cas, par l'organogénie.

» Enfin, c'est à celle-ci qu'on doit de bien distinguer, parmi les fleurs polystémones, les androcées dont les étamines naissent par groupes (souvent plus tard confondus entre eux) de ceux que forment des étamines se produisant en spirales et en verticilles irréguliers. A la première division appartiennent les Dilléniacées, Cistinées, Hypéricinées, Malvacées, Tiliacées; à la seconde le *Papaver*, les Nymphéacées, Magnoliacées, Renonculacées en général.

» II. Le nombre vrai des parties d'un verticille staminal donné, souvent entouré d'incertitudes que lève mal l'observation des parties après leur développement complet, est ordinairement indiqué sûrement par l'androgénie. C'est à celle-ci, et en remontant à de premiers âges d'abord négligés qu'on doit d'avoir établi d'une façon générale que les deux paires de grandes étamines des Crucifères, loin de provenir de deux mamelons solitaires qui se dédoubleraient plus tard, représentent un verticille complet et oppositipétale, dont les quatre éléments, toujours distants au mo-

ment de leur production, ne tardent pas à se rapprocher deux à deux, parfois même à se souder entre eux dans l'intervalle antéro-postérieur qui les séparait.

» Les mêmes faits s'observent, chez les Capparidées, dans le *Cleome* et le *Gynandropsis*. Le *Polanisia* ne diffère, comme l'a vu Payer, qu'en ce que deux étamines supplémentaires, mais placées sur le même rang que les quatre étamines pétalaires, se produisent entre deux de celles-ci. Occupant la place même sur laquelle ces dernières devraient se réunir, elles les fixent dans le voisinage même des pétales où elles sont nées, fait qui eût dû mettre l'organogéniste qui l'observa le premier en garde contre la réalité, à laquelle il crut, du dédoublement dans les Crucifères et quelques Capparidées.

» Les huit étamines du *Tropæolum* et du *Kœlreuteria* se montrent dans la fleur sur un seul cercle; mais l'organogénie y indique nettement un verticille sépalaire complet, plus un verticille oppositipétale réduit à trois étamines, par l'avortement des deux autres.

» Le *Phytolacca* a, disposées dans la fleur sur un cercle à peu près régulier, dix étamines dans lesquelles la méthode analogique voit, comme chez les Caryophyllées, desquelles un éminent botaniste a justement rapproché les Phytolaccées par la structure commune de la graine, deux verticilles; mais l'androgénie établit, on l'a vu plus haut, qu'il n'y a là qu'un seul verticille formé de cinq couples d'étamines.

» Le *Fagopyrum* et plusieurs *Polygonum* ont huit étamines qui se décomposent en un verticille interne de trois étamines et en un autre verticille, toujours plus extérieur, de cinq parties, qui parfois semblent régulièrement espacées entre elles : l'androgénie confirme ici l'opinion des morphologistes qui avaient vu dans ces cinq étamines deux couples et une étamine solitaire.

» Ces exemples, qu'on pourrait multiplier, suffisent à établir cette proposition : l'androgénie seule donne ordinairement le nombre vrai, ainsi que la situation première des parties d'un verticille staminal donné.

» III. L'ordre de formation des étamines d'un verticille donné est bien indiqué par l'androgénie; il ne pouvait l'être que par elle.

» C'est un fait d'observation que, le plus souvent, les étamines d'un verticille, comme les pétales et les éléments d'un pistil disposé en cercle et contrairement aux parties du calice naissent toutes à la fois : ainsi se passent les choses dans les Apocynées, Asclépiadées, Borraginées, Campanulacées, Composées, Convolvulacées, Gentianées, Solanées, plantes isostémones, chez les Caryophyllées, Crassulacées, Éricacées, Saxifragées, Lé-

gumineuses, etc., ordinairement diplostémones, et les Laurinées, souvent à quatre verticilles staminaux.

» Mais si, le plus souvent, les étamines d'un verticille apparaissent ensemble, n'est-on pas allé au delà de la réalité quand on a formulé la loi suivante :

« Je n'ai qu'une chose à dire pour le cas où les étamines sont sur un seul et même verticille, c'est qu'elles apparaissent toutes simultanément, qu'elles soient alternes avec les pétales ou qu'elles leur soient superposées. (PAYER, *Traité d'Organogénie*, p. 714.)

» Cela n'est pas douteux, une telle proposition, formulée sans réserve, va au delà des faits observés ; elle est même en opposition avec plusieurs des propres observations de l'auteur. Elle l'est en particulier avec ce que dit ce dernier du *Pavia*, du *Cardiospermum*, du *Tropæolum*, du *Viola odorata*, du *Melianthus*, des Scrofularinées, des Labiées, etc.

» Il est vrai de dire que les Scrofularinées, dont Payer dit l'androcée naître en trois fois, produisent généralement leurs cinq étamines en une seule fois, ce qui les ferait rentrer dans la loi. Par compensation, il faut retirer de celle-ci les Globulariées, dont les quatre étamines ne se produisent pas ensemble, mais en deux fois. Comme les Scrofularinées, les Verbénacées sont plus en accord avec la loi que ne l'admet l'auteur de celle-ci ; car leurs quatre étamines se produisent, le plus souvent, en une fois et non en deux, comme il l'admet. J'en dirai autant des Acanthacées.

» Quant aux Amomées et aux Orchidées, elles échappent complétement à la loi, ainsi que les Tropæolées, plusieurs Anacardiées, Sapindacées, Tétragoniées, etc.

» Ces citations paraîtront suffisantes pour établir qu'il ne faut voir dans la loi rappelée plus haut que l'expression d'un état de choses tout juste assez commun pour que les botanistes aient à en tenir compte. La loi formulée sur l'androcée s'appliquerait avec plus de justesse à la corolle, dont les pétales naissent à la fois dans plusieurs cas où l'apparition des étamines est successive (Tropæolées, Labiées, Cyrtandracées, plusieurs Acanthacées, Scrofulariées, etc.) ; mais ici même des réserves doivent être faites. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les poussières atmosphériques* ; par M. G. **Tissandier**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Decaisne, Pasteur, Peligot, Trécul.)

« Le travail que nous avons entrepris a eu pour but de déterminer la

proportion des corpuscules solides contenus dans un volume d'air connu, et de rechercher la composition chimique des poussières aériennes.

» 1° *Dosage des poussières en suspension dans l'air.* — L'appareil est composé d'un aspirateur à eau qui fait passer l'air extérieur, bulle à bulle, à travers un tube à boules de Liebig, contenant de l'eau chimiquement pure, et à travers un tube en U renfermant un tampon de coton-poudre. L'aspirateur, exactement jaugé, permet de connaître le volume de l'air aspiré. Les poussières sont retenues dans l'eau distillée.

» Une première expérience a été exécutée le 28 juillet 1870, à une fenêtre de la rue Michel-le-Comte, à 3 mètres au-dessus du sol. Le temps était pur, l'air limpide; il avait légèrement plu la veille, les corpuscules aériens étaient peu abondants. En trois jours, nous avons fait passer dans l'appareil de Liebig et le filtre de coton-poudre 1 mètre cube d'air atmosphérique. Après l'expérience, l'eau contenant les poussières a été évaporée à siccité à la température de 100 degrés dans une capsule de platine et tarée à $\frac{1}{2}$ milligramme près. Le résidu sec pesait $0^{gr},0060$. Le coton-poudre, servant de témoin, a été dissous dans l'éther, sans laisser traces de substances solides.

» Le même dosage a été exécuté à plusieurs reprises dans des conditions atmosphériques différentes. Voici quelques-uns des résultats obtenus :

Poids de corpuscules contenus dans 1 mètre cube d'air à Paris.

Après une pluie abondante de la veille. (Juillet 1870.)	Après huit jours de sécheresse en été. (Juillet 1872.)	Dans des conditions atmosphériques normales. (Juin à juillet 1870, avril à novembre 1872.)
		gr
»	»	0,0060
»	»	0,0075
$0^{gr},0060$	$0^{gr},0230$	0,0080

» La quantité de matières solides contenues dans un mètre cube d'air à Paris peut varier, d'après ces dosages, de 6 à 23 milligrammes. Pour apprécier la valeur de ces chiffres, nous prendrons le chiffre minimum $0^{gr},006$; et nous considérerons une masse d'air de 5 mètres d'épaisseur, sur l'étendue du Champ-de-Mars, qui a 500000 mètres carrés de surface. Cette masse d'air ne renferme pas moins de 15 kilogrammes de corpuscules. Si l'on faisait un calcul analogue pour l'atmosphère de Paris tout entier, c'est par centaines de kilogrammes qu'il faudrait parfois compter.

» 2° *Dimensions des poussières.* — Les poussières aériennes ont été mesurées à l'aide d'un micromètre de verre, où un millimètre est divisé en

100 parties égales ; quand elles sont formées de débris d'étoffe, de bois, de charbon, elles atteignent parfois une longueur de $\frac{1}{10}$ de millimètre ; quand elles sont constituées par des matières minérales, silice, etc., leur diamètre varie de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de millimètre.

» 3° *Sédiment atmosphérique.* — Les poussières en suspension dans l'air n'y séjournent que sous l'influence de l'agitation de l'air : les plus ténues peuvent sans doute y être maintenues pendant un temps d'une assez longue durée; mais il tombe constamment de l'atmosphère un véritable sédiment.

» Les expériences ont été exécutées parallèlement, à Paris et aux environs. Dans les deux localités que nous avons choisies, une grande feuille de papier collé, parfaitement lisse, de 1 mètre carré de superficie, maintenue sur un châssis, était exposée à l'air, dans une position horizontale; cette surface de papier, placée sur un toit bien isolé, de 10 à 15 mètres de hauteur, y séjournait pendant la durée d'une nuit calme. Le matin, les corpuscules déposés pendant la nuit, et en partie visibles à l'œil nu, étaient réunis à l'aide d'un pinceau fin. Il nous a toujours été possible, malgré des pertes inévitables, d'en recueillir dans la proportion de $0^{gr},0015$ à $0^{gr},0035$.

» En prenant comme moyenne un poids de sédiment de $0^{gr},002$ tombant en douze heures sur 1 mètre carré, on voit que, sur une surface comme celle du Champ-de-Mars, c'est un poids de 2 kilogrammes de corpuscules aériens qui se déposent en vingt-quatre heures.

» 4° *Composition chimique des poussières atmosphériques.* — Nous avons soumis à l'analyse les poussières extraites de l'air par l'aspirateur ainsi que celles déposées spontanément. Nous avons trouvé qu'elles offrent la composition suivante :

Matières organiques, brûlant avec éclat	25	à	34
Matières minérales (cendres)	75	à	66
	100		100

» Les réactions opérées sur quelques milligrammes de substance ne pouvaient permettre des dosages. Nous avons reconnu dans les cendres des sels solubles dans l'eau, contenant du chlore, de l'acide sulfurique, des traces d'acide nitrique. Nous avons presque toujours décelé, dans les matières solubles dans l'acide chlorhydrique, la présence du fer au moyen de la coloration rose donnée par le sulfocyanure de potassium, et quelquefois même par la formation de bleu de Prusse sous l'action du cyanoferrure de potassium. La chaux et la silice ont toujours été reconnues.

» Pour confirmer ces résultats, nous avons analysé de la poussière recueillie à une certaine hauteur sur des monuments, et notamment à 60 mètres de haut dans une des tours de Notre-Dame, où personne n'avait pénétré depuis plusieurs années. Les marches étaient couvertes d'une couche de poussière grisâtre très-ténue, de 1 millimètre au moins d'épaisseur. Cette poussière ne pouvait avoir été apportée là que par l'air, s'engouffrant à travers les étroites ouvertures des fenêtres. Sa composition représente bien celle des corpuscules aériens. L'analyse faite sur 5 grammes a donné les résultats suivants :

Matières organiques très-combustibles, riches en carbone, brûlant avec éclat...			32,265
Matières minérales..	solubles dans l'eau (chlorures et sulfates alcalins et alcalino-terreux, nitrate d'ammoniaque)...........		9,220
	solubles dans l'acide chlorhydrique...	sesquioxyde de fer..........	6,120
		carbonate de chaux.........	15,940
		carbonate de magnésie, traces de phosphates, alumine, etc.	2,121
	insolubles dans l'acide chlorhydrique (essentiellement formées de silice)......................		34,334
			100,000

» Un grand nombre d'échantillons recueillis dans diverses localités nous ont permis de constater la présence de la plupart des substances ci-dessus ; et notamment celle du fer a toujours été manifeste dans un proportion importante.

» *Conclusion.* — On voit que la proportion de matières solides en suspension dans l'air, ou tombant à l'état de sédiment, est assez considérable pour jouer un rôle réel dans la physique du globe terrestre. Nos résultats démontrent que les poussières aériennes sont formées environ de un tiers de substances organiques très-combustibles et de deux tiers de matières minérales. Nous croyons enfin devoir insister particulièrement sur la présence du fer, que nous avons rencontré en proportion notable dans les échantillons de poussières que nous avons examinés. Il y a longtemps déjà que nous avions cru pouvoir attribuer à ce métal une origine cosmique. Après les belles études de M. Nordenskiöld, nous croyons pouvoir affirmer qu'une partie des corpuscules aériens flottant dans l'atmosphère proviennent des espaces planétaires. »

CHIMIE. — *Recherches sur la formation du superphosphate de chaux;* par M. J. KOLB.

(Commissaires : MM. Peligot, Thenard.)

« L'industrie des superphosphates, si importante aujourd'hui, naquit en 1840, d'un conseil que donna Liebig, d'arroser les phosphates avec de l'acide sulfurique, afin de les rendre en partie solubles. On admit la réaction suivante :

$$PhO^5,3CaO + 2(SO^3,HO) = PhO^5,CaO,2HO + 2CaO,SO^3,$$

et l'on attribua depuis à des causes accidentelles la variété de certains résultats obtenus. De nombreuses expériences me font penser que les choses ne se passent pas aussi simplement, et je vais tâcher de le démontrer.

» Prenons 1 équivalent de phosphate tribasique pur et 2 équivalents d'acide sulfurique à 53 degrés, et mélangeons intimement. Nous constatons d'abord que la température s'élève de 120 à 150 degrés, que nous opérions en petit ou sur une grande échelle. Dans ces conditions, peut-il se former du phosphate acide? Il est évident que non, pour trois raisons :

» La première, c'est que le phosphate monocalcique, même en dissolution, soumis à une température de 100 degrés, se décompose partiellement, comme je l'ai constaté, et donne un précipité de pyrophosphate bicalcique.

» La deuxième, c'est qu'entre 120 et 150 degrés le plâtre devient anhydre, et je me suis assuré que celui-ci décompose également le phosphate monocalcique, même en dissolution, en absorbant l'eau nécessaire à l'existence de ce dernier.

» Enfin la troisième raison, c'est que, quand on met en contact de l'acide sulfurique avec un mélange de phosphates monocalcique et tricalcique, l'acide laisse le phosphate tricalcique parfaitement intact, et décompose tout d'abord le phosphate monocalcique,

$$SO^3 + Aq + PhO^5,CaO,2HO = PhO^5 + Aq + CaO,SO^3.$$

Donc, quand on verse peu à peu de l'acide sulfurique sur du phosphate tricalcique, comme cela se fait dans l'industrie, les premières portions de phosphate acide, s'il s'en formait de suite, se trouveraient en contact avec de l'acide sulfurique, et seraient décomposées par lui, si elles ne l'étaient par la chaleur ou par le plâtre anhydre.

» Que se passe-t-il donc quand on verse de l'acide sulfurique sur du phosphate tribasique, et le superphosphate ne serait-il, comme le pense M. Dehérain, que de l'acide phosphorique, empâté dans du plâtre? Cet acide libre a déjà été signalé dans les superphosphates par MM. Millot et Joulie, mais simplement comme un accident dû à des réactions secondaires et partielles.

» En prenant 100 parties de phosphate tribasique de chaux et 95 parties d'acide sulfurique à 53 degrés, on se trouve dans les conditions de la formule suivante :

$$6(SO^3 Aq) + 2(PhO^5 3CaO) = 2PhO^5 + 6(CaO, SO^3) + Aq;$$

l'expérience me donne 43 à 44 d'acide phosphorique libre : la formule en donnerait théoriquement 45,7.

» M. Dehérain aurait donc raison, si l'on employait de semblables proportions; mais cela n'a pas lieu, et l'on n'aurait ainsi qu'une masse boueuse et invendable. Dans la pratique, je l'ai dit, on base ses proportions sur la formule

$$2(SO^3 Aq) + PhO^5, 3CaO.$$

En prenant des produits purs, calculés sur cette formule, et en analysant le résultat, d'abord quelques instants après le broyage et le mélange intime, pendant qu'il est encore chaud, puis, après des intervalles successifs de quarts d'heure ou d'heures, j'ai constaté que la présence de l'acide phosphorique libre, d'abord très-considérable, va sans cesse en diminuant, tandis que celle du phosphate acide de chaux, insignifiante au début, suit une marche croissante et inverse de celle de l'acide phosphorique libre.

» Il est donc évident qu'il se forme d'abord de l'acide phosphorique, et que ce n'est que peu à peu que celui-ci se transforme en phosphate acide. Triplons la formule $2(SO^3 Aq) + PhO^5 3CaO$, pour la rendre comparable à celle qui la précède, nous aurons

$$6(SO^3 Aq) + 3(PhO^5 3CaO),$$

ce qui peut s'écrire

$$6(SO^3 Aq) + \left\{ \begin{matrix} 2PhO^5, 3CaO \\ PhO^5, 3CaO \end{matrix} \right\} = 6CaO, SO^3 + Aq + \left\{ \begin{matrix} 2PhO^5 \\ PhO^5, 3CaO \end{matrix} \right\}.$$

C'est, pour moi, la seule manière d'expliquer les 49 pour 100 de l'acide phosphorique total, qu'on trouve à l'état de liberté quelques instants après le mélange.

» Que se passe-t-il ensuite? Sans embarrasser la démonstration par la répartition de l'eau, je remarque que la formule précédente laisse en présence de l'acide phosphorique et du phosphate tribasique.

» D'après le remarquable travail de M. Joulie, auquel nous devons une précieuse et rapide méthode de dosage des phosphates, l'acide phosphorique libre transforme le phosphate tribasique en phosphate bibasique. Ayant voulu vérifier le fait, j'ai été fort surpris de trouver un résultat tout différent, ce qui m'a fait recommencer l'expérience un grand nombre de fois, en variant les proportions et la concentration de l'acide. Tous mes essais se sont trouvés très-concordants et permettent d'affirmer qu'à la température ordinaire l'acide phosphorique, même en présence d'un excès de phosphate tribasique, donne du phosphate monocalcique,

$$2PhO^5 + PhO^5, 3CaO + Aq = 3(PhO^5, CaO, 2HO + Aq.$$

Il n'en est plus de même à chaud; le phosphate monocalcique se décompose, à mesure qu'il se forme, en acide libre et en pyrophosphate bicalcique.

» Il en résulte donc, pour moi, que la formation d'un superphosphate se compose de deux phases : 1° mise en liberté des deux tiers de l'acide phosphorique; 2° attaque du phosphate tribasique, resté intact, par l'acide libre formé dans la première phase.

» Il n'y a pas, bien entendu, un intervalle tranché entre ces deux phases; la première est très-rapide, même avec les phosphates en apparence les plus réfractaires (pourvu qu'ils soient finement broyés); quant à la seconde, elle est plus lente; l'acide phosphorique, s'il attaque rapidement le phosphate tribasique récemment précipité, possède une action bien moins énergique que l'acide sulfurique, à mesure que les phosphates sont plus durs et plus résistants, et ce dernier fait, très-important, jette quelque jour sur ce qui se passe dans la préparation des superphosphates.

» En effet, si le phosphate est très-attaquable, les deux phases se feront très-rapidement, souvent même trop rapidement, et la chaleur dégagée par la première nuira à la seconde, en créant des pyrophosphates; mais on ne trouvera plus d'acide phosphorique libre.

» Si, au contraire, le phosphate est d'une attaque difficile, la première phase se fera à peu près complétement, mais la seconde sera lente et incomplète; le produit restera longtemps pâteux, l'acide phosphorique attirera l'humidité de l'air, s'affaiblira, et le produit obtenu conservera indéfiniment une certaine quantité d'acide phosphorique libre et de phosphate

inattaqué. On dit alors que l'acide sulfurique a mal attaqué; ce qui est inexact, car on n'y trouve souvent plus trace d'acide sulfurique libre.

» Jusqu'ici, je n'ai pas parlé de la concentration de l'acide à employer. On se sert avec raison d'acide à 53 degrés, c'est-à-dire à 4 équivalents d'eau; car il faut non-seulement fournir l'eau nécessaire à l'hydratation du plâtre, mais aussi celle qui est indispensable à l'existence du phosphate monocalcique, c'est-à-dire à la formule déterminée par M. Joulie,

$$(PhO^5, CaO, 2HO) + 2HO.$$

Le résultat final théorique s'obtient donc par les proportions suivantes :

$$PhO^5, 3CaO + 2(SO^3, 4HO) = (PhO^5, CaO, 2HO) + 2HO + 2(CaO, SO^3, 2HO).$$

Si nous prenons de l'acide concentré, que va-t-il se passer?

$$3(PhO^5, 3CaO) + 6(SO^3, HO) = 2(PhO^5, 3HO) + PhO^5, 3CaO + 6(CaO, SO^3);$$

» 1° Ou bien les choses resteront telles quelles, et je ne le pense pas, car 30 pour 100 de l'acide phosphorique devraient alors rester à l'état de liberté tant qu'il n'intervient pas d'humidité ou d'eau étrangère, et jamais je n'ai constaté semblable résultat.

» 2° Ou bien l'acide phosphorique réagit sur le phosphate,

$$2(PhO^5, 3HO) + PhO^5, 3CaO = 3(PhO^5, CaO, 2HO;$$

mais le phosphate monocalcique ainsi formé serait immédiatement décomposé par le plâtre anhydre, et l'on se trouve, comme je l'ai souvent constaté, en présence d'un produit où l'acide sulfurique libre a complétement disparu et où il n'existe cependant que de très-minimes quantités d'acide phosphorique ou de phosphate soluble.

» On pourrait encore supposer qu'il y a, dans ce cas, formation de bisulfate de chaux :

$$3(PhO^5, 3CaO + 6(SO^3 HO) = 3(CaO, HO, 2SO^3) + 2(PhO^5, 3CaO) + PhO^5, 3HO;$$

je l'avais d'abord cru, mais dans ce cas le traitement par l'alcool devrait laisser en dissolution dans ce réactif la moitié de l'acide sulfurique employé, et nombre d'expériences faites dans ce sens ne m'ont jamais rien donné de semblable. »

M. **Kolb** adresse, en outre, une Note relative à un procédé d'analyse des superphosphates.

Ces deux Notes seront soumises à l'examen d'une Commission formée de MM. Peligot et P. Thenard.

M. **Delafond** adresse un troisième Mémoire, faisant suite à sa théorie des points conjugués et des pôles de la droite.

(Commissaires : MM. Chasles, Hermite, Bonnet.)

M. **Hartsen** adresse une Note relative à diverses questions d'analyse chimique végétale.

Cette Note comprend, en particulier : 1° des recherches sur le Lierre (*Hedera helix*) et l'indication d'une substance nouvelle, voisine de la saponine; 2° une étude sur les matières colorantes des fruits du *Solanum nigrum*, du Troène du Japon et du Laurier-Thym; 3° l'indication d'une substance nouvelle découverte dans les Champignons, *Rhizopogon;* 4° une étude sur l'acide agaricique.

(Commissaires : MM. Brongniart, Decaisne, Fremy.)

M. G. **Jeannel** adresse à l'Académie quelques documents sur l'état actuel des instruments des stations météorologiques françaises sur le canal de Suez, et sur les observations faites jusqu'ici dans ces stations. Il y joint quelques indications sur les modifications à apporter dans ce service, pour lui faire produire les résultats désirables.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de M. de Lesseps.

M. M. **Girard** se met à la disposition de l'Académie pour les recherches à effectuer sur le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

L'Académie reçoit un certain nombre de Communications relatives au Phylloxera, et en particulier :

De M. **Combe d'Alma**, un procédé consistant dans l'injection de l'essence de térébenthine;

De M. L. **Mauduit**, l'indication de l'influence du *Madia sativa;*

De M. **Masson**, une Note attribuant au guano l'origine du Phylloxera;

De M. **A. Jeannolle**, l'indication de l'emploi du coaltar saturé de chlore;

De M. **Charmet**, une Note sur un insecticide-engrais;

De M. **L. Petit**, une Note sur les effets salutaires déjà constatés dans des vignes traitées par le goudron de houille : ces vignes comprennent jusqu'à cinquante mille souches;

De M. **L. Lille**, l'indication d'expériences qui l'ont conduit à un procédé nouveau;

De M. **É. Estingoy**, une nouvelle Note relative aux recherches dont il est l'auteur;

De M. **G. Bord**, une Note sur l'emploi d'un mélange formé de cendres de foyer, noir animal vierge, plâtre frais, sulfate d'ammoniaque, etc.;

De M. **Ch. Nédey**, une Note relative à l'emploi de l'huile de coco;

De M. **J.-B. Picot**, une Note sur « une cause occasionnelle du Phylloxera, et son remède. »

Ces diverses Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. **P. Thenard** présente, à propos des Communications précédentes, les observations qui suivent :

« Puisque, pour la destruction du Phylloxera, on revient sur l'emploi des produits de la distillation de la houille, qu'il me soit permis de rappeler qu'au mois de juillet 1869, quand j'opérais moi-même à Bordeaux avec le sulfure de carbone, M. Rommier, qui a fait un grand nombre d'excellents travaux sur les divers produits de la houille, m'écrivait à ce moment pour me conseiller les alcalis du goudron de houille. A ce propos, il en prépara des quantités déjà importantes dans une cuve placée aux pieds de ceps de vigne qui en furent inondés et n'en souffrirent nullement.

» Ces préparations furent expédiées à M. le Dr Chaigneau, à Bordeaux, et à la Société d'Agriculture de la Gironde.

» Que sont-elles devenues? on ne les a certainement pas employées; cela est vraiment fâcheux, et je crois qu'on devrait essayer l'idée de M. Rommier. M. le Secrétaire perpétuel pourrait faire préparer de ces alcalis dans les usines à gaz de Paris; M. Rommier se mettrait entièrement à sa disposition. »

M. **Chapelas** adresse des spécimens des tableaux et des cartes dans lesquels il se propose de grouper les observations faites, depuis quarante ans, par M. Coulvier-Gravier et par lui, sur les étoiles filantes. Il exprime le désir de connaître, avant de continuer ce travail, l'opinion de l'Académie sur la disposition de ces tableaux et sur l'ensemble du travail lui-même.

(Commissaires : MM. Becquerel, Élie de Beaumont, Faye, Serret, Pâris.)

M. **Ch. Gaveau** adresse une Note, accompagnée d'un dessin, sur un procédé d'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *Baudrimont*, intitulées « Étude des différents sols du département de la Gironde » et « Observations sur la composition des guanos »;

2° La question monétaire, de M. *C. Roswag;*

3° Des études historiques, sur les Atlantes; par M. *Roisel;*

4° Le Cartésianisme, ou la véritable rénovation des sciences; par M. *Bordas-Dumoulin* (nouvelle édition);

5° Une brochure de MM. *Ed. Cros* et *Ch.-H. Cros*, intitulée « Pandynamisme et panthéisme, à propos de force et matière »;

6° Un ouvrage de M. *Maurice Girard*, portant pour titre « Les explorations sous-marines ».

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de courbes planes, algébriques ou transcendantes, définies par deux caractéristiques.* Note de M. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« La notion des systèmes de courbes, introduite dans la science, il y a une dizaine d'années, par M. Chasles, a conduit, comme on le sait, à des résultats fort nombreux et d'une importance capitale dans la théorie des courbes algébriques. M'étant demandé si certains groupes des courbes transcendantes ne seraient pas susceptibles d'être définis, comme les sys-

tèmes de courbes algébriques, au moyen de deux caractéristiques μ et ν, représentant respectivement les nombres de courbes d'un pareil groupe, passant par un point quelconque et touchant une droite quelconque, j'ai reconnu qu'il existe effectivement de tels systèmes de courbes transcendantes, et que ceux-ci se distinguent par cette propriété, que les courbes qui les composent ont une même équation différentielle algébrique.

» On peut, dès lors, considérer tous les systèmes de courbes algébriques, qui ont les mêmes caractéristiques μ et ν, comme des cas particuliers d'un système plus général, comprenant ces systèmes de courbes algébriques et d'autres systèmes composés de courbes transcendantes.

» Ce système général (μ, ν) est défini par une équation différentielle, algébrique, entière et rationnelle, de la forme

$$(1) \qquad \Phi[(x, y)_\nu, (\alpha, \beta)_\mu] = 0,$$

dans laquelle

$$(2) \qquad \begin{cases} \alpha = \dfrac{dy}{dx} \\ \beta = y - x\dfrac{dy}{dx}. \end{cases}$$

» μ étant égal au degré du polynôme Φ par rapport à l'ensemble des variables α et β, ν au degré de ce même polynôme par rapport à l'ensemble des variables x et y.

» Le nombre des coefficients arbitraires de l'équation (1), prise dans toute sa généralité, se réduit, eu égard aux relations (2), à

$$\frac{(\mu+1)(\nu+1)(\mu+\nu+2)}{2} - 1.$$

» Tel est le nombre des conditions nécessaires pour définir un système général de courbes (μ, ν).

» Les considérations à l'aide desquelles nous avons établi l'équation (1) nous ont conduit à une nouvelle méthode d'intégration sur laquelle nous reviendrons prochainement.

» *Propriétés générales des systèmes de courbes.* — Parmi les propriétés des systèmes de courbes algébriques qui ont été établies par divers géomètres, les plus générales s'appliquent aux systèmes de courbes transcendantes.

» On peut même affirmer que toutes les propriétés des systèmes de courbes algébriques, dans lesquelles n'interviennent ni l'ordre, ni la classe, ni aucune des particularités de ces courbes, s'appliquent sans changement aux systèmes de courbes transcendantes. Nous étudierons ces questions avec

plus de détails dans un prochain travail, et nous terminerons cette Note en donnant, à titre d'exemple, quelques théorèmes sur les systèmes généraux de courbes.

» I. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, et un segment ef, le lieu des points tels, que les tangentes à deux courbes de l'un et l'autre système divisent le segment ef dans un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a deux points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *en e et f.*

» Dans le cas où les points e et f sont les deux points circulaires à l'infini, le théorème I prend la forme suivante :

» II. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν'), *le lieu des points par chacun desquels passent deux courbes de l'un et de l'autre système, se coupant sous un angle donné de grandeur et de sens de rotation, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a pour points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *les deux points circulaires à l'infini.*

» On peut aussi supposer dans le théorème I que les points e et f s'éloignent à l'infini dans deux directions rectangulaires, et que le rapport anharmonique soit égal à -1. Il en résulte le théorème suivant :

» III. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν'), *le lieu des points par chacun desquels passent deux courbes de l'un et l'autre système se coupant sous un angle dont la bissectrice est donnée de direction, est une courbe de l'ordre* $(2\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$, *qui a deux points multiples d'ordre* $\mu\mu'$ *à l'infini, l'un dans la direction de la bissectrice et l'autre dans la direction perpendiculaire.*

» Les points e et f étant quelconques, si l'on suppose le rapport anharmonique égal à l'unité, on voit immédiatement que la droite ef devient partie intégrante du lieu avec un degré de multiplicité égal à $\mu\mu'$. En faisant abstraction de cette droite, le théorème I devient le suivant :

» IV. *Étant donnés deux systèmes* (μ, ν) *et* (μ', ν') *de courbes algébriques ou transcendantes, le lieu des points de contact de deux courbes de l'un et l'autre système est une courbe de l'ordre* $(\mu\mu' + \mu\nu' + \mu'\nu)$.

» Les théorèmes précédents, d'une grande généralité, nous semblent nouveaux, même pour le cas des systèmes algébriques.

» On en déduit de nombreuses conséquences. Nous signalerons les suivantes :

» Si l'on suppose dans I, II, III et IV que le système (μ', ν') soit un faisceau de courbes du $m^{ième}$ ordre, sans singularités, on voit facilement, à

cause de $\mu' = 1$, $\nu' = 2(m-1)$, que les lieux I, II et III sont alors du degré $(2m\mu + \nu)$, et ont pour points multiples d'ordre μ les m^2 points fondamentaux du faisceau. Le degré du lieu IV se réduit à $(m\mu + \nu)$.

» Considérons une courbe U du $m^{ième}$ ordre, faisant partie du faisceau. Elle coupe les lieux I, II et III en $m(m\mu + \nu)$ points, et le lieu IV en $[(m-1)\mu + \nu]$ points, en dehors des m^2 points fondamentaux du faisceau. On obtient ainsi la généralisation, dans le cas des systèmes de courbes transcendantes, de quatre théorèmes déjà connus dans le cas des systèmes algébriques (1).

» Nous énoncerons les trois plus remarquables :

» 1° *Étant donnés un système* (μ, ν) *et une courbe* U *algébrique, du* $m^{ième}$ *ordre, sans singularités, il existe* $m(m\mu + \nu)$ *courbes du système, qui coupent* U *sous un angle donné de grandeur et de sens de rotation.*

» 2° *Il existe* $m(m\mu + \nu)$ *courbes du système coupant* U *sous un angle dont la bissectrice est donnée de direction.*

» 3° *Il existe* $m[(m-1)\mu + \nu]$ *courbes du système qui sont tangentes à* U.

» Je citerai encore le théorème suivant, qui comprend le théorème I comme cas particulier :

» V. *Étant donnés quatre systèmes généraux de courbes algébriques ou transcendantes* (μ_1, ν_1), (μ_2, ν_2), (μ_3, ν_3), (μ_4, ν_4), *le lieu des points en lesquels se coupent, suivant un rapport anharmonique donné, quatre courbes appartenant chacune à chacun des systèmes, est de l'ordre*

$$2\mu_1\mu_2\mu_3\mu_4 + \mu_2\mu_3\mu_4\nu_1 + \mu_3\mu_4\mu_1\nu_2 + \mu_4\mu_1\mu_2\nu_3 + \mu_1\mu_2\mu_3\nu_4.$$

» En remarquant que les tangentes d'une courbe de $n^{ième}$ classe forment un système, dont les caractéristiques sont $\mu = n$, $\nu = 0$, on obtient, comme conséquence du théorème qui précède, le suivant qui a été communiqué, par M. Chasles, à la séance du 2 mars dernier (t. LXXVIII, p. 584).

» *Le lieu d'un point d'où l'on peut mener à quatre courbes, de classes* n', n'', n''', n^{IV}, *quatre tangentes ayant un rapport anharmonique donné, est une courbe de l'ordre* $2n'n''n'''n^{IV}$.

» Je suis arrivé, pour les systèmes de surfaces algébriques ou transcendantes, à des résultats semblables à ceux que je viens d'exposer brièvement pour les systèmes de courbes. Je compte en faire l'objet d'une prochaine Note. »

(1) Voir, à ce sujet, *Comptes rendus*, t. LVIII, 1864, deux Communications de M. Chasles p. 297 et 425; une Note de M. de Jonquières, p. 535.

GÉOMÉTRIE. — *Condition explicite pour qu'une conique ait un contact du cinquième ordre avec une courbe donnée.* Note de M. PAINVIN, présentée par M. Chasles.

« 1. En appliquant la méthode que j'ai indiquée dans les séances du 5 janvier et du 9 février (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 55 et 436), j'ai été conduit aux résultats suivants :

» *Les points où une conique aura un contact du cinquième ordre avec une courbe donnée d'ordre m,* $\varphi(x, y, z) = 0$, *seront les intersections de la courbe donnée avec la courbe définie par l'équation suivante :*

$$(\mathrm{I})\quad \begin{vmatrix} x_0 & y_0 & z_0 \\ \frac{d\Theta}{dh_1} & \frac{d\Theta}{dh_2} & \frac{d\Theta}{dh_3} \\ \frac{d\Gamma}{d\varphi_1} & \frac{d\Gamma}{d\varphi_2} & \frac{d\Gamma}{d\varphi_3} \end{vmatrix} + \frac{(m-1)(m-2)}{2} \begin{vmatrix} \frac{d\varphi}{dx_0} & \frac{d\varphi}{dy_0} & \frac{d\varphi}{dz_0} \\ \frac{dH}{dx_0} & \frac{dH}{dy_0} & \frac{dH}{dz_0} \\ \frac{d\Gamma}{dx_0} & \frac{d\Gamma}{dy_0} & \frac{d\Gamma}{dz_0} \end{vmatrix} + \frac{(2m-3)(3m-7)}{2} \begin{vmatrix} \frac{d\varphi}{dx_0} & \frac{d\varphi}{dy_0} & \frac{d\varphi}{dz_0} \\ \frac{dH}{dx_0} & \frac{dH}{dy_0} & \frac{dH}{dz_0} \\ \frac{d\Theta}{dx_0} & \frac{d\Theta}{dy_0} & \frac{d\Theta}{dz_0} \end{vmatrix} = 0.$$

» *L'équation de la conique surosculatrice correspondante est*

$$(\mathrm{II})\qquad \left\{ x\frac{d\varphi}{dx_0} + y\frac{d\varphi}{dy_0} + z\frac{d\varphi}{dz_0} \right\}^2 + 2\mathrm{TC} = 0;$$

on a posé

$$(\mathrm{II}\ bis)\quad \begin{cases} \mathrm{T} = x\dfrac{d\varphi}{dx_0} + y\dfrac{d\varphi}{dy_0} + z\dfrac{d\varphi}{dz_0}, \\ \mathrm{C} = \dfrac{(m-1)^2}{18(m-2)\mathrm{H}^3}\left(\dfrac{\Theta}{m-1} + \dfrac{\Gamma}{3m-7}\right)\mathrm{T} - \dfrac{1}{3\mathrm{H}}\left(x\dfrac{d\mathrm{H}}{dx_0} + y\dfrac{d\mathrm{H}}{dy_0} + z\dfrac{d\mathrm{H}}{dz_0}\right). \end{cases}$$

» Voici la signification des notations adoptées :

$$(1^\circ)\quad \begin{cases} \varphi_1 = \dfrac{d\varphi}{dx_0}, & \varphi_2 = \dfrac{d\varphi}{dy_0}, & \varphi_3 = \dfrac{d\varphi}{dz_0}, \\ \varphi_{11} = \dfrac{d^2\varphi}{dx_0^2}, & \varphi_{12} = \dfrac{d^2\varphi}{dx_0\,dy_0}, & \varphi_{13} = \dfrac{d^2\varphi}{dx_0\,dz_0}, \ldots; \end{cases}$$

$$(2^\circ)\qquad \mathrm{H} = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} \end{vmatrix};$$

$$(3^\circ)\quad \begin{cases} h_1 = \dfrac{d\mathrm{H}}{dx_0}, & h_2 = \dfrac{d\mathrm{H}}{dy_0}, & h_3 = \dfrac{d\mathrm{H}}{dz_0}, \\ h_{11} = \dfrac{d^2\mathrm{H}}{dx_0^2}, & h_{12} = \dfrac{d^2\mathrm{H}}{dx_0\,dy_0}, & h_{13} = \dfrac{d^2\mathrm{H}}{dx_0\,dz_0}, \ldots; \end{cases}$$

$$(4^\circ)\qquad \Theta = \begin{vmatrix} \varphi_{11} & \varphi_{12} & \varphi_{13} & h_1 \\ \varphi_{21} & \varphi_{22} & \varphi_{23} & h_2 \\ \varphi_{31} & \varphi_{32} & \varphi_{33} & h_3 \\ h_1 & h_2 & h_3 & 0 \end{vmatrix}, \qquad \Gamma = \begin{vmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} & \varphi_1 \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} & \varphi_2 \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} & \varphi_3 \\ \varphi_1 & \varphi_2 & \varphi_3 & 0 \end{vmatrix};$$

$\frac{d\Theta}{dh_1},\ldots, \frac{d\Gamma}{d\varphi_1},\ldots$ sont des déterminants partiels de Θ et Γ.

» La forme que j'ai obtenue pour l'équation (I) diffère un peu de celle qui a été donnée par M. Cayley; cela tient à ce que j'ai introduit une fonction, Γ, distincte de celle que M. Cayley emploie; il me semble que le résultat se présente ainsi sous une forme plus symétrique et un peu plus simple.

» 2. Si la courbe donnée est de l'ordre m, l'équation (I) sera du degré $(12m - 27)$; d'après cela, le nombre $\mathfrak{N}$ des points que je nommerai *sextatiques*, en adoptant la dénomination de M. Cayley, sera

$$\mathfrak{N} = m(12m - 27).$$

Or je ferai remarquer que cette expression peut s'écrire

$$\text{(III)}\qquad \mathfrak{N} = 4[3m(m-2)] - 3m;$$

c'est-à-dire que :

» *Pour une courbe* GÉNÉRALE *d'ordre m, le nombre des points sextatiques est égal à quatre fois le nombre de ses points d'inflexion moins trois fois l'ordre de la courbe.*

» Cette relation se vérifie pour les courbes du troisième ordre de sixième et quatrième classe. De plus, j'ai appliqué les formules générales qui précèdent à une courbe particulière du quatrième ordre (j'indiquerai plus loin les propriétés auxquelles j'ai été conduit); cette courbe ne possède que six points d'inflexion, et j'ai trouvé douze points sextatiques; la formule (III) s'applique donc encore à ce cas particulier. Je me propose de revenir plus tard sur cette question.

» 3. La courbe à laquelle j'ai appliqué les équations générales qui précèdent est

$$aY^2Z^2 + bZ^2X^2 + cX^2Y^2 = 0,$$

ou, en choisissant convenablement les paramètres de référence (réels ou imaginaires)

$$(1)\qquad \varphi = y^2z^2 + z^2x^2 + x^2y^2 = 0;$$

la courbe φ est la transformée par inversion de la conique

$$(2)\qquad \Phi = x^2 + y^2 + z^2 = 0.$$

Cette courbe possède trois points doubles ordinaires que je désignerai par A, B, C; c'est une variété des courbes unicursales du quatrième ordre à trois points doubles; la conique ⓓ est conjuguée par rapport au triangle ABC.

» La courbe φ est de sixième classe; elle a six points d'inflexion et quatre tangentes doubles.

» La courbe hessienne de φ est du sixième ordre et de seizième classe; elle possède trente points d'inflexion et *sept points doubles ordinaires*, qui sont : A, B, C, et quatre autres points que je désignerai par ∂, ∂_1, ∂_2, ∂_3.

» Nommons Aa, Aa'; Bb, Bb'; Cc, Cc' les couples de droites

$$(3) \quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{A}a,\ y-z=0, \\ \mathrm{A}a',\ y+z=0; \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{B}b,\ z-x=0, \\ \mathrm{B}b',\ z+x=0; \end{array}\right. \quad \left\{\begin{array}{l} \mathrm{C}c,\ x-y=0, \\ \mathrm{C}c',\ x+y=0; \end{array}\right.$$

a, a'; b, b'; c, c' étant les intersections des droites de chaque couple avec le côté opposé du triangle ABC.

» Les six droites (3) forment quatre systèmes de droites concourantes; ces quatre points de concours sont précisément les quatre points doubles de la hessienne.

» Les quatre tangentes doubles, que je désignerai par τ, τ_1, τ_2, τ_3, sont respectivement

$$(4) \qquad a'b'c', \quad a'bc, \quad ab'c, \quad abc';$$

chaque tangente double est la polaire, *par rapport au triangle* ABC, du point double correspondant ∂, ∂_1, ∂_2, ∂_3 de la hessienne.

» Les six tangentes à la courbe φ, aux points doubles A, B, C, touchent la conique ⓓ; les cordes de contact, pour chaque couple, sont respectivement les côtés BC, CA, AB.

» Les huit points de contact des quatre tangentes doubles sont également sur la conique ⓓ.

» 4. Voici maintenant les propriétés concernant les points sextatiques :

» 1° *La courbe φ possède douze points sextatiques; ces douze points sont distribués par couples sur les six droites* Aa, Aa', Bb, Bb', Cc, Cc', *qui déterminent les points doubles de la hessienne.*

» Je désignerai les points sextatiques par les lettres α, β, γ, et j'admettrai la distribution suivante :

$$(5) \quad \left\{\begin{array}{llllll} \alpha, \alpha_1 & \text{sur } \mathrm{A}a; & \beta, \beta_1 & \text{sur } \mathrm{B}b; & \gamma, \gamma_1 & \text{sur } \mathrm{C}c; \\ \alpha', \alpha'_1 & \text{sur } \mathrm{A}a'; & \beta', \beta'_1 & \text{sur } \mathrm{B}b'; & \gamma', \gamma'_1 & \text{sur } \mathrm{C}c'; \end{array}\right.$$

je représenterai par (α), (α_1),..., (β),... les coniques surosculatrices correspondantes.

» 2° *Les huit points sextatiques situés sur les droites* Bb, Bb', Cc, Cc' *sont en même temps situés sur une conique* $\mathfrak{D}_1$ *conjuguée par rapport au triangle* ABC *et touchant la conique* $\mathfrak{D}$ *aux points où cette dernière est touchée par les tangentes en* A *à la courbe* φ. *On a de la même manière deux autres groupements de huit points donnant lieu à deux autres coniques* $\mathfrak{D}_2$ *et* $\mathfrak{D}_3$; *les équations de ces trois coniques sont*

$$(6)\qquad \begin{cases} \mathfrak{D}_1 = -\frac{1}{2}x^2 + y^2 + z^2 = 0, \\ \mathfrak{D}_2 = x^2 - \frac{1}{2}y^2 + z^2 = 0, \\ \mathfrak{D}_3 = x^2 + y^2 - \frac{1}{2}z^2 = 0. \end{cases}$$

» *Les trois coniques* $\mathfrak{D}_1$, $\mathfrak{D}_2$, $\mathfrak{D}_3$ *sont inscrites dans le quadrilatère formé par les quatre tangentes doubles* τ, τ_1, τ_2, τ_3; *les quatre points de contact de la conique* $\mathfrak{D}_1$, *par exemple, avec ce quadrilatère, sont situés sur les droites* Aa, Aa'.

» 3° *Les quatre coniques surosculatrices* (α), (α_1), (α'), (α'_1) *sont doublement tangentes à une même conique* $\mathfrak{D}'_1$ *conjuguée par rapport au triangle* ABC *et touchant la conique* $\mathfrak{D}$ *aux points où cette dernière est touchée par les tangentes en* A *à la courbe* φ. *Une propriété semblable pour les deux groupes* $[\beta]$ *et* $[\gamma]$ *de quatre coniques surosculatrices.*

» 4° *Chaque conique surosculatrice rencontre la courbe* φ *en deux autres points distincts du point d'osculation; les droites qui joignent ces deux points d'intersection pour les coniques* (α) *et* (α_1) *passent par* a', *et sont conjuguées harmoniques par rapport aux deux droites* a'A *et* a'BC, *lesquelles constituent un système de sécantes communes aux deux coniques* (α) *et* (α_1). *Des propriétés semblables ont lieu pour les autres couples de coniques.*

» Les points a, a', b, b', c, c' ont un rôle important dans les propriétés de la courbe φ. Ainsi :

» *Les polaires d'un point quelconque de la droite* Aa, *soit par rapport à la courbe* φ, *soit par rapport à la hessienne, soit par rapport aux coniques* (α) *et* (α_1), *passent toutes par le point* a'.

» *Les points* A *et* a *sont deux des points de concours des quatre tangentes communes aux deux coniques* (α) *et* (α_1); *de même,* A *et* a' *sont deux des points de concours des quatre tangentes communes aux deux coniques* (α') *et* (α'_1).

» Je ne pousserai pas plus loin la nomenclature des propriétés nombreuses que présente le groupe des coniques surosculatrices à la courbe considérée. »

GÉOMÉTRIE. — *Deux théorèmes nouveaux sur la surface de l'onde;* par M. A. MANNHEIM. (Extrait d'une Lettre adressée à M. O. Bonnet.)

« .... C'est dans une Lettre (1), que j'ai eu l'honneur de vous écrire en 1867, que j'ai fait connaître une *construction géométrique pour un point de la surface de l'onde, des centres de courbure principaux et des directions des lignes de courbures de cette surface.*

» Puisqu'aujourd'hui aussi il s'agit de la surface de l'onde, permettez-moi de m'adresser encore à vous, en vous priant, comme la première fois, de vouloir bien communiquer à l'Académie des résultats que je crois nouveaux.

» Prenons un ellipsoïde. Du centre o de cette surface menons un plan quelconque. Élevons du centre o une perpendiculaire à ce plan, et portons sur cette droite, à partir de o, des longueurs inversement proportionnelles aux axes de la section faite dans l'ellipsoïde par le plan sécant. Des extrémités des segments ainsi obtenus menons des plans parallèles à ce plan sécant.

» Tous les plans ainsi construits et que l'on obtient en faisant varier le plan sécant sont tangents à la surface de l'onde. Cette définition de la surface de l'onde, qui se présente tout d'abord en Optique, est celle dont je vais faire usage aujourd'hui.

» THÉORÈME I. — *On mène à un ellipsoïde et à la surface de l'onde qui en dérive des plans tangents parallèles entre eux.*

» *Les diamètres de ces surfaces qui passent par les points de contact de ces plans et le diamètre perpendiculaire à ces plans tangents rencontrent l'un quelconque de ces plans en quatre points qui sont les sommets d'un rectangle; par suite, ces points sont sur une circonférence de cercle.*

» *Le diamètre perpendiculaire à ces plans et le diamètre passant par le point de contact du plan tangent à l'ellipsoïde contiennent les extrémités d'un diamètre de cette circonférence.*

» *Les traces de ces quatre diamètres sur un plan perpendiculaire au diamètre qui contient le point de contact du plan tangent à l'ellipsoïde sont aussi sur une circonférence de cercle.*

» Lorsqu'on mène en particulier un plan tangent à la surface de l'onde parallèlement au plan d'une section circulaire de l'ellipsoïde, ce plan tangent est un plan singulier qui touche la surface de l'onde suivant une ligne.

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 11 février 1867.

» D'après le théorème précédent, on retrouve immédiatement que cette ligne est une circonférence de cercle dont on a tout de suite un diamètre.

» Théorème II. — *On donne un ellipsoïde et la surface de l'onde qui en dérive. On mène un diamètre quelconque* D *et les plans tangents à l'ellipsoïde et à la surface de l'onde aux points où ce diamètre rencontre ces surfaces. Les diamètres respectivement perpendiculaires à ces plans tangents et le diamètre* D *rencontrent un plan perpendiculaire à* D, *en quatre points qui sont les sommets d'un rectangle. Ces quatre points appartiennent alors à une circonférence de cercle.*

» *Les traces de ces quatre droites sur le plan tangent à l'ellipsoïde appartiennent aussi à une circonférence de cercle. Le point de contact de ce plan tangent et le pied du diamètre perpendiculaire à ce plan sont aux extrémités d'un diamètre de cette circonférence.*

» Lorsqu'on mène en particulier le diamètre D par un point conique de la surface de l'onde, cette surface a en ce point une infinité de plans tangents.

» D'après le théorème précédent, on retrouve immédiatement que ces plans enveloppent un cône du second ordre, et l'on a en même temps les directions des plans des sections circulaires de ce cône. »

ASTRONOMIE. — *Sur un cadran solaire grec trouvé, par M.* O. Rayet, *à Héraclée du Latmos.* Note de M. G. Rayet.

« M. Laussedat a décrit, dans les *Comptes rendus* du 25 juillet 1870, un fragment de cadran solaire conique trouvé à Oum-el-Awamid (Phénicie), par M. Renan, et est parvenu à faire une restitution presque complète de ce cadran. Le monument était des plus intéressants; car c'était le premier exemple connu d'un de ces cadrans solaires coniques que Vitruve avait mentionnés sans les décrire, et qui avaient fixé déjà l'attention de Delambre.

» Dans des fouilles que mon frère, M. O. Rayet, a faites l'an dernier à Héraclée du Latmos, il a retrouvé, dans un édifice qui servait probablement de lieu de réunion au sénat, un cadran solaire conique presque complet (il n'y manque que le style). Comme, à ma connaissance au moins, c'est le premier de ces instruments qui nous soit parvenu aussi entier, je demande à l'Académie la permission de le décrire en quelques lignes.

» Le cadran solaire d'Héraclée est taillé dans un bloc de marbre dont

la section longitudinale est un losange d'environ 39 centimètres de côté, et dont l'angle aigu égale 51 degrés. L'épaisseur est de 44 centimètres.

» Le bloc étant placé horizontalement, un angle aigu sur le sol et vers le nord, une des faces se trouve, à la latitude d'Héraclée, parallèle au plan de l'équateur. C'est cette face qui sert de base au cône circulaire droit dont la surface intérieure constitue le cadran solaire proprement dit. L'angle au sommet du cône étant égal au double de la latitude, une de ses génératrices est horizontale, et il est coupé par le plan horizontal supérieur du bloc de marbre suivant une parabole. L'extrémité du style correspondait au point de l'axe du cône qui est dans le plan de la face supérieure. Sur la surface conique se trouve tracé le système des courbes des heures temporaires.

» Tout ceci est conforme à ce que M. Laussedat avait si savamment retrouvé sur le fragment de Phénicie; mais ce qui donne une importance particulière au cadran d'Héraclée, c'est qu'on y trouve sept arcs de cercle, parallèles à la base équatoriale et (à très-peu de chose près) espacés de manière à être parcourus par l'ombre de la pointe du style, lorsque le Soleil se trouvait au milieu de chacun des douze signes successifs du Zodiaque.

» Une autre particularité fort remarquable est que, outre ce cadran principal dirigé vers le sud et indiquant l'heure temporaire tous les jours de l'année, on trouve sur la face nord du bloc de marbre un second cadran solaire tracé sur un tronc de cône très-évasé; c'est aussi un cadran conique, mais l'angle au sommet du cône n'est pas double de la latitude. Les astronomes grecs savaient donc que cette condition n'était pas indispensable à la construction du cadran.

» Une inscription en deux lignes, placée au-dessous du cadran principal, nous apprend que ce petit monument avait été dédié « au roi Ptolémée » par Apollonios, fils d'Apollodote, et construit par Thémistagoras d'Alexandrie, fils de Méniskos :

ΒΑΣΙΛΕΙΠΤΟΛΕΜΑΙΩΙΑΠΟΛΛΩΝΙΟΣΑΠΟΛΛΟΔΟΤΟΥ
ΘΕΜΙΣΤΑΓΟΡΑΣΜΕΝΙΣΚΟΥΑΛΕΞΑΝΔΡΕΥΣΕΠΟΙΕΙ.

Ni Apollonios, ni Thémistagoras ne sont connus; quant au Ptolémée mentionné dans l'inscription, puisque ce cadran solaire a été construit non pas pour la latitude d'Alexandrie, mais pour celle de l'Asie mineure et d'Héraclée, ce ne peut être qu'un des Lagides qui ont étendu leur domination sur cette contrée, c'est-à-dire soit Ptolémée Soter (308-285), soit Ptolémée

Philadelphe (285-247), soit son successeur Ptolémée Évergète (247-222); Ptolémée Philadelphe était non-seulement protecteur des astronomes et des mathématiciens, dont il réunit un grand nombre autour de lui, mais astronome lui-même : il est donc plus naturel de penser que c'est à lui que le cadran solaire d'Héraclée était dédié. On peut donc affirmer, sinon avec une complète certitude, du moins avec une grande vraisemblance, qu'il appartient à la première moitié du IIIe siècle avant notre ère.

» La forme des caractères confirme pleinement cette hypothèse. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation de l'acier.* Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Jamin.

« 1. Nous supposerons que le circuit ne comprend qu'une pile à courant constant et la bobine dans laquelle on aimante.

» Quand une aiguille d'acier récemment trempée est introduite lentement dans la bobine, elle acquiert, au bout d'un temps qui ne paraît pas dépasser celui de l'introduction, un magnétisme total déterminé. Quand on extrait ensuite l'aiguille, lentement, elle conserve un certain magnétisme résiduel. La répétition du passage accroît le magnétisme total et le magnétisme résiduel. Celui-ci tend, par des passages répétés, vers une limite A, et le moment magnétique y au bout de x passages est assez bien représenté par la formule empirique

$$y = A - \frac{B}{x^2}, \tag{1}$$

où A — B représente le moment magnétique résiduel après le premier passage.

» Le curieux accroissement dont il est ici question dépend essentiellement de l'intermittence de l'action du courant, puisque la prolongation du courant ne saurait la produire. On ne peut l'attribuer à l'action des courants induits produits par l'introduction et la sortie de l'aiguille : on vérifie directement que ceux-ci sont beaucoup trop faibles pour modifier l'aimantation. Il faut donc admettre que l'équilibre magnétique qui succède à l'action du courant modifie la distribution du magnétisme dans l'aiguille dans un sens tel, qu'une deuxième application de la même force, agissant dans les mêmes conditions, peut ajouter au magnétisme total et résiduel.

» Trois autres procédés peuvent être employés pour aimanter l'aiguille dans la bobine :

» 1° On introduit l'aiguille; on établit le courant et l'on retire l'aiguille lentement. (Établissement.)

» 2° On introduit lentement l'aiguille, le courant passant; on interrompt le courant, et l'on retire l'aiguille. (Interruption.)

» 3° On introduit l'aiguille; on établit, et l'on interrompt le courant; on retire l'aiguille. (Décharge disruptive.)

» La répétition de chacun de ces procédés fournit une augmentation du moment magnétique de l'aiguille, et, pourvu que toutes les opérations effectuées soient de même espèce et faites dans des conditions identiques, les résultats de l'expérience sont bien représentés par une formule hyperbolique telle que la formule (1); mais la limite A n'est pas exactement la même, suivant le procédé que l'on emploie : celle qui correspond aux passages est la plus élevée.

» 2. Quand le circuit comprend deux bobines P et Q, l'effet des extra-courants complique les phénomènes observés. Supposons, pour fixer les idées, la bobine P beaucoup plus puissante que Q. Si les deux bobines sont placées à la suite l'une de l'autre, on observe qu'une aiguille aimantée par un grand nombre de passages à la bobine Q, jusqu'à la limite correspondante, éprouve un vif accroissement par l'interruption du courant. L'accroissement obtenu dans P, dans les mêmes circonstances, est insignifiant. Ainsi l'extra-courant direct de P est sensible dans Q, celui de Q dans P; mais l'extra-courant de chaque bobine est un fait qui lui est absolument extérieur.

» Les résultats obtenus, en plaçant les deux bobines en dérivation l'une par rapport à l'autre, confirment cette conclusion.

» 3. Un condensateur C, placé dans un circuit sur une dérivation sans résistance, produit, quand on interrompt le circuit sur la dérivation, un véritable extra-courant direct dans tout le reste du circuit, et de même un extra-courant inverse quand on le rétablit. En effet les points de bifurcation A et B sont au même potentiel quand le courant passe, puisque la dérivation est sans résistance, et, par suite, le condensateur n'est point chargé; la différence du potentiel en A et B est égale à la force électromotrice de la pile P quand le courant est interrompu. Le condensateur se décharge donc pendant la période d'établissement du circuit et se charge lors de l'interruption, ce qui produit les extra-courants.

» L'analogie signalée entre une bobine et un condensateur m'a engagé à étudier l'aimantation dans le cas où le circuit contient une bobine et un condensateur. Ce cas est réalisé dans la bobine de Ruhmkorff. Le conden-

sateur s'y trouve placé sur une dérivation sans résistance, sur laquelle sont pratiquées les interruptions.

» Le condensateur que j'ai employé est celui d'une bobine de Ruhmkorff, dans laquelle la distance explosive est de 3 à 4 centimètres. Un tel condensateur se comporte, au point de vue de la production des extra-courants, comme une bobine de puissance négligeable; mais on voit apparaître, lors de l'interruption, un nouvel effet qui ne se présente pas dans le cas de deux bobines. L'extra-courant direct de la bobine charge très-fortement le condensateur, qui perd immédiatement après son excédant de charge, lançant dans la bobine un courant de sens contraire à celui de la pile. Celui-ci désaimante partiellement les aiguilles aimantées dans la bobine par une série de passages.

» On peut substituer, à la disposition de Ruhmkorff, une autre disposition, qui consiste à placer la bobine sur la dérivation et à pratiquer l'interruption sur le circuit principal. Les résultats sont absolument les mêmes. Dans les deux cas, la désaimantation observée est très-faible si la bobine est faible, et d'autant plus forte que la bobine est plus puissante : c'est un effet réflexe de la bobine sur elle-même.

» 4. Quand le circuit comprend deux bobines, l'introduction lente d'un noyau de fer doux dans l'une des deux bobines, ou son extraction, est sans effet appréciable sur le magnétisme d'une aiguille placée dans l'autre bobine. Nous étions donc fondé à négliger l'effet des courants induits dans le cas du passage lent d'une aiguille dans une spirale.

» Mais si l'on introduit lentement le noyau de fer doux, et qu'on le retire brusquement, le courant induit direct augmente le moment magnétique de l'aiguille placée dans la seconde bobine. La répétition de la même opération fait tendre le moment de l'aiguille vers une limite dont il se rapproche très-rapidement. La formule

$$y = A + B(1 - e^{-\alpha x}), \qquad (2)$$

où A, B et α sont des constantes, paraît très-bien convenir à la représentation du moment magnétique y après x passages.

» Les résultats sont les mêmes quand le circuit comprend un électro-aimant dont on arrache vivement le contact.

» 5. Les faits suivants ont été observés avec une pile au bichromate de potasse, montée depuis plusieurs jours et présentant, par conséquent, le phénomène de la polarisation des électrodes.

» Avec une seule bobine, l'établissement du courant accroît le moment

magnétique d'une aiguille aimantée par des passages d'une quantité plus ou moins considérable, souvent énorme : le courant possède donc, au moment de sa fermeture, une intensité beaucoup plus grande que celle qu'il conserve un instant après. Quand la résistance de la spirale augmente, la polarisation diminue et l'effet propre de l'établissement tend à disparaître.

» Quant aux interruptions, elles n'ont pas d'effet bien marqué sur les aiguilles, tout au moins tant que la résistance de la bobine n'est pas très-forte. Mais, dans ce dernier cas, si l'on introduit dans la bobine une aiguille fortement aimantée, avec son pôle austral à gauche du courant principal, on obtient toujours, par l'interruption, une diminution du moment magnétique de l'aiguille. L'extra-courant direct de la bobine, sans effet dans son intérieur, augmente momentanément la polarisation de la pile, d'où courant de dépolarisation très-sensible à la suite de l'interruption : ce courant désaimante partiellement les aiguilles. On a donc affaire ici à une action réflexe, analogue à celle du condensateur de la bobine de Ruhmkorff, quoique incomparablement plus faible.

» Si le circuit contient deux bobines, l'une A très-forte, l'autre B très-faible, l'extra-courant direct de A et l'action réflexe provenant de la polarisation se succèdent dans B et produisent un effet très-bizarre. L'interruption du circuit augmente beaucoup le moment magnétique d'une aiguille aimantée dans B à la limite qui correspond aux passages; mais la même opération diminue le moment d'une aiguille fortement aimantée placée dans B avec son pôle austral à gauche du courant principal.

» On voit par cet exemple que, dans certains cas, on peut analyser un courant instantané complexe au moyen de l'action magnétique exercée par le courant sur des aiguilles d'acier aimantées ou non aimantées. »

PHYSIQUE. — *Effets calorifiques du magnétisme dans un électro-aimant à plusieurs pôles.* Note de M. A. CAZIN, présentée par M. Jamin.

« J'ai observé les effets calorifiques qui accompagnent la disparition du magnétisme dans le noyau d'un électro-aimant rectiligne, présentant plusieurs *points conséquents*, et je suis arrivé à une loi très-simple :

» *Lorsqu'un noyau de fer rectiligne est aimanté par une suite de bobines identiques, parcourues par le courant dans des sens alternativement opposés, et que ces bobines déterminent des concamérations égales, les quantités de chaleur créées dans le noyau par la disparition du magnétisme sont inversement proportionnelles aux carrés des nombres de concamérations.*

» L'appareil dont j'ai fait usage est une sorte de thermomètre différentiel à air, dont les réservoirs sont formés par des cylindres de fer ayant 42 centimètres de longueur, 5 centimètres de diamètre et environ 2 millimètres d'épaisseur. Les bases de ces cylindres sont fermées par des plaques de cuivre. Un tube de verre, ayant un diamètre intérieur de 2 millimètres, recourbé en U et contenant de l'eau, réunit les deux cylindres : il sert de manomètre pour mesurer la différence de pression H qui s'établit entre les deux réservoirs, lorsque l'un d'eux est échauffé, et s'il s'agit d'effets thermiques relatifs, on peut se contenter d'observer cette différence de pression; elle est proportionnelle à la différence de température des deux réservoirs.

» Pour que ces réservoirs soient dans les mêmes conditions par rapport aux corps environnants, ils sont l'un et l'autre enveloppés d'une couche de coton et d'un tube de carton, puis placés dans l'axe de deux bobines de bois identiques, sans qu'il y ait contact entre le bois et le carton. Le fil de cuivre qui reçoit le courant s'enroule sur l'une des séries de bobines et peut aimanter le noyau correspondant. Ces précautions sont nécessaires, pour que la chaleur voltaïque du fil ne soit pas transmise au noyau. Je me suis assuré que cette condition était satisfaite : le courant restant fermé pendant longtemps, le manomètre à eau n'indiquait qu'un changement insignifiant.

» Pour faire une expérience, on lance dans les bobines magnétisantes un courant discontinu; un compteur enregistre le nombre n des interruptions : on note à chaque minute la différence des niveaux dans le manomètre, et l'on continue à la noter, quand on supprime le courant, jusqu'à ce que les niveaux primitifs soient rétablis. Un tracé graphique de ces données permet de connaître d'une part l'effet total H produit pendant l'action du courant discontinu, d'autre part la correction h due à l'action refroidissante des corps environnants. En divisant $H + h$ par le nombre n des interruptions, on a l'effet de la disparition du magnétisme à chaque rupture du circuit voltaïque. Cette quantité sert de mesure relative pour la chaleur créée par le magnétisme.

» Voici un exemple de ce genre d'expérience.

» Le noyau est aimanté par quatre bobines, ayant 18 centimètres de diamètre extérieur, et 8 centimètres de hauteur; le noyau de fer dépasse de 5 centimètres les extrémités des bobines; le fil de cuivre a 2 millimètres de diamètre.

» La pile est de 8 éléments Bunsen rectangulaires, et l'intensité du cou-

rant continu est 0,0218; l'unité de courant étant celui qui dégage dans un voltamètre *un milligramme d'hydrogène par seconde.*

» On a inscrit à côté des valeurs de n la durée correspondante en minutes, et les valeurs H et h sont des millimètres d'eau.

Nombre des concamérations.	n	H	h	$\frac{H+h}{n}$ observé.	$\frac{H+h}{n}$ calculé.
4.......	3494 en 10^m	4,1	0	0,0011	0,0011
2.......	3100 en 10^m	13,5	1,3	0,0047	0,0044
1.......	2003 en 6^m	30,9	4,5	0,0177	0,0176

» La loi expérimentale que je viens d'exposer est conforme à *la loi de l'énergie magnétique* que j'ai communiquée à l'Académie le 18 novembre 1872. Désignons par m la quantité de magnétisme que prend le noyau, lorsque le courant traverse les quatre bobines dans le même sens, sans former de points conséquents; par l l'intervalle des deux pôles. J'ai montré que la quantité de chaleur créée par la disparition de ce magnétisme est mesurée par $m^2 l$.

» Supposons que le courant change une fois de sens, de façon qu'il y ait un *point conséquent* au milieu du noyau, celui-ci se comportera comme l'ensemble de deux noyaux indépendants dont chacun possède la quantité de magnétisme $\frac{m}{2}$, l'intervalle polaire $\frac{l}{2}$, et produit la quantité de chaleur $\frac{m^2}{4} \times \frac{l}{2}$. La chaleur totale est donc $\frac{m^2 l}{4}$; ce qui est la loi expérimentale. On démontre semblablement les autres cas.

» *L'appareil thermomagnétique différentiel* que je viens de décrire peut recevoir un perfectionnement qui met le noyau tout à fait à l'abri de la chaleur voltaïque de la bobine magnétisante. Il suffit d'entourer le cylindre de fer *compensateur* d'un fil semblable à celui de cette bobine, avec cette simple différence, que le courant traverse chaque couche de fil dans des sens alternativement contraires. De cette manière, le cylindre compensateur est soumis à la même influence perturbatrice que le cylindre aimanté; mais il ne s'y développe aucun magnétisme. Le manomètre indique seulement l'effet de la chaleur d'origine magnétique qui naît dans le noyau aimanté.

» C'est ainsi que j'ai construit un appareil très-précis, à l'aide duquel je puis évaluer en calories l'effet thermique observé. J'espère qu'il me permettra de déterminer l'*équivalent magnétique de la chaleur.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les trichloracétates et leurs dérivés.* Note de M. A. CLERMONT.

« *Trichloracétylurée.* — J'ai obtenu ce corps en faisant réagir l'acide phosphorique anhydre sur le trichloracétate d'urée, que j'ai précédemment décrit (1). Pour le préparer, on introduit dans une cornue bien sèche un mélange d'acide phosphorique anhydre et de trichloracétate d'urée desséché à une température de 40 degrés environ; en chauffant le mélange des deux corps, la réaction commence à s'établir vers 100 degrés, et vers 120 degrés il distille un mélange qui se solidifie bientôt en une masse formée d'une foule de petits cristaux enchevêtrés; on les fait dissoudre à chaud dans l'alcool à 90 degrés, qui les abandonne par refroidissement sous forme de lamelles micacées; ces cristaux, presque insolubles dans l'eau bouillante, le sont complétement dans l'eau froide. La trichloracétylurée chauffée rapidement dans un matras d'essayeur subit un commencement de décomposition, mais se sublime en majeure partie sur les parois froides du tube en lamelles très-légères et très-brillantes, rappelant la naphtaline.

» La trichloracétylurée peut aussi être obtenue en mélangeant à équivalents égaux le chlorure de trichloracétyle et l'urée préalablement desséchée; en chauffant légèrement le mélange des deux corps, la masse devient le siége d'une vive réaction accusée surtout par un abondant dégagement d'acide chlorhydrique, se ralentissant plus tard, et demandant ensuite pour être achevée l'application d'une douce chaleur. On lave à l'eau le corps blanc qui en résulte, on le dessèche à basse température, et on le dissout dans l'alcool à 90 degrés bouillant; la solution alcoolique laisse déposer les lamelles dont il vient d'être parlé plus haut; l'azotate mercurique et l'azotate d'argent ne précipitent pas la trichloracétylurée.

» Sa composition répond à la formule $C^6H^3Cl^3Az^2O^4$. »

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur quelques propriétés endosmotiques de la membrane de la coque des œufs d'Oiseaux.* Note de M. U. GAYON, présentée par M. Pasteur.

« En prenant quelques précautions simples, on peut arriver à détacher la membrane double qui enveloppe le contenu des œufs et à la séparer sur toute son étendue, sans produire la moindre déchirure.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 775.

» Une telle membrane, bien continue, jouit d'un pouvoir endosmotique considérable. Mais, ce qui est remarquable, c'est qu'elle ne permet la diffusion moléculaire que dans un sens. Tandis que l'endosmose est rapide et énergique de la surface extérieure à la surface intérieure, ce phénomène est presque nul de l'intérieur à l'extérieur.

» Le fait que je signale est facile à constater et devient très-frappant si l'on opère par comparaison.

» Je prends, par exemple, deux endosmomètres de Dutrochet parfaitement semblables; je ferme l'un d'eux avec une portion de membrane récemment détachée de la coque en mettant extérieurement la face externe; je ferme l'autre avec une autre portion de la même membrane, mais retournée de façon à mettre cette fois la face externe à l'intérieur. Je mets une même dissolution sucrée dans les deux tubes et je fais plonger ceux-ci au même instant dans de l'eau distillée : immédiatement le niveau du liquide s'élève dans le premier appareil ; au contraire, il reste à peu près stationnaire dans le second.

» Je citerai une expérience. Le réservoir de chaque endosmomètre avait 1 centimètre de diamètre et 5 centimètres de hauteur; le tube 1 millimètre de diamètre. L'eau sucrée placée dans l'endosmomètre contenait 25 grammes de sucre candi pour 100 d'eau distillée. Dans ces conditions, le niveau du liquide dans le tube, après que l'appareil eut été plongé dans l'eau pure, s'est élevé :

De 10	centimètres	pendant	la	première	demi-heure,
10	»	»		deuxième	»
11	»	»		troisième	»

L'ascension est donc rapide et proportionnelle au temps.

» Avec l'appareil à membrane retournée, l'ascension dans le tube a été seulement de quelques millimètres.

» L'observation précédente peut être faite sous une autre forme avec les tubes dont s'est servi M. Dumas dans ses savantes *Recherches sur la fermentation alcoolique* (1). Ce sont deux tubes fermés à un bout, dont on rapproche fortement les extrémités ouvertes par un appareil à vis, après avoir interposé une membrane quelconque comme diaphragme. C'est avec ces tubes que j'ai observé, pour la première fois, le phénomène dont j'ai parlé plus haut. Lorsqu'on place d'un côté de l'eau distillée pure, en contact avec

(1) DUMAS, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 280; 1872.

la surface externe de la membrane de la coque, et de l'autre de l'eau sucrée en contact avec la surface interne, l'endosmose est souvent si énergique que l'eau pure traversant le diaphragme va se mélanger tout entière avec l'eau sucrée. En retournant la membrane, l'endosmose est presque nulle.

» La membrane de la coque jouit d'une autre propriété endosmotique remarquable. En prenant pour diaphragme dans les appareils précédents une couche mince de collodion et plaçant dans l'un des tubes de l'eau sucrée pure, dans l'autre de l'eau sucrée en fermentation ou de l'eau de levûre, M. Dumas a montré, entre autres choses, que la membrane de collodion « arrête l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne et le pré» serve de l'interversion ».

» En substituant au collodion la membrane de la coque, dédoublée ou non, cuite ou alcoolisée, ou même durcie préalablement par un traitement à l'acide chlorhydrique, j'ai trouvé que, dans tous les cas, l'eau sucrée pure réduisait rapidement la liqueur cupropotassique de Fehling. Ainsi, la membrane de la coque se laisse facilement traverser par le ferment azoté soluble qui a la propriété d'intervertir le sucre de canne.

» Le parchemin agit comme la membrane de la coque.

» Le vessie, la baudruche, le papier-parchemin sont imperméables, comme le collodion.

» Je n'ai pas besoin d'insister sur l'importance physiologique des faits qui précèdent et que je me propose d'étudier dans toutes leurs conséquences. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la matière colorante rouge du sang*. Note de M. **Béchamp**. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

« J'ai poursuivi mes recherches sur le sang et j'ai réussi à en isoler la matière colorante rouge, totalement privée des autres matières albuminoïdes et gardant sa solubilité.

» Le sang défibriné est étendu de la quantité d'eau strictement nécessaire pour amener la destruction et la dissolution des globules rouges. La liqueur est aussitôt additionnée d'extrait de Saturne, tant que celui-ci occasionne la formation d'un précipité. Ce précipité, qui est très-complexe, ne contient presque pas de matière albuminoïde. On l'éloigne par une filtration soignée; un lavage à l'eau le décolore presque complétement. La liqueur filtrée, sans y ajouter les dernières eaux de lavage, est additionnée à son tour

d'extrait de Saturne ammoniacal (un dixième d'ammoniaque caustique, ajouté à l'extrait de Saturne au moment de s'en servir), un nouveau et très-volumineux précipité apparaît; on s'arrête au moment où le précipité cesse de se former. On laisse déposer la préparation, en l'abritant avec soin contre l'acide carbonique, ou bien on filtre en évitant l'accès de l'air, dont l'acide carbonique décompose aisément le second précipité plombique (1). Toute la matière colorante reste en dissolution, le précipité plombique se décolore par les lavages.

» La solution rouge, très-foncée, que l'on obtient est traitée par le carbonate d'ammoniaque, ou par un courant d'acide carbonique, pour éloigner l'excès d'oxyde de plomb. On s'assure aisément, par l'acide sulfurique étendu ou par l'hydrogène sulfuré, que tout le plomb a été enlevé.

» Cette solution se dessèche à l'étuve (35 à 40 degrés) en lames minces d'un beau rouge grenat, lesquelles se dissolvent avec une belle couleur rouge, dans l'eau additionnée de carbonate d'ammoniaque. La matière ainsi isolée, chauffée avec précaution, en présence d'un peu de chlorure de sodium et d'acide acétique, sur la lame porte-objet du microscope, donne les cristaux d'hémine; mais cette matière n'est point pure, elle contient, à l'état d'acétates, les alcalis du sang et, probablement, l'urée. J'ai réussi à l'obtenir exempte d'alcalis par le tour de main que voici.

» La solution rouge, obtenue après la précipitation par l'extrait de Saturne ammoniacal, est mêlée avec la moitié de son volume d'alcool à 50 degrés C. et, ensuite, additionnée d'extrait de Saturne ammoniacal, tant qu'il se fait un précipité. La combinaison plombique insoluble, que l'on obtient ainsi, est rouge-brique cette fois; elle conserve cette couleur après les lavages à l'alcool marquant 40 degrés C. Les liqueurs filtrées sont à peine colorées: La filtration et le lavage doivent être faits à l'abri absolu de l'acide carbonique. Le précipité lavé, délayé dans de l'eau additionnée d'un peu de carbonate d'ammoniaque, est décomposé par l'acide carbonique. La nouvelle solution rouge se coagule par la chaleur, déjà à 61 degrés; si on la dessèche et qu'on l'incinère, on trouve que les cendres ne sont point alcalines; il est aisé d'y constater la présence du fer.... »

---

(1) Ce précipité contient les matières albuminoïdes incolores du sang. J'ai déjà dit qu'il y existait au moins deux matières de cette nature distinctes.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'emploi du bisulfate de potasse* $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\}2SO^3$, *pour la distinction des sulfures naturels* (suite) (1). Note de M. E. JANNETTAZ, présentée par M. Daubrée.

« J'ai repris, il y a peu de temps, l'étude comparative de l'action du bisulfate de potasse hydraté sur tous les sulfures naturels, dont j'ai pu me procurer des fragments à sacrifier. On peut l'employer de plusieurs façons :

» 1° A l'état de cristaux, qui renferment 1 équivalent d'eau basique, et que l'on a toujours un peu humides dans les collections de réactifs;

» 2° A l'état de matière fondue, qui retient l'eau basique, *lorsqu'elle n'a pas été trop chauffée;*

» 3° A l'état de dissolution.

» Sous ses deux premières formes, je m'en sers, comme je l'ai dit dans ma Note précédente, en le broyant avec la matière soumise à l'essai. L'action chimique, aidée de la désagrégation mécanique, détermine le dégagement d'une quantité plus ou moins grande d'hydrogène sulfuré, pendant tout le temps que l'on broie le mélange. Le mieux est d'employer le bisulfate en cristaux; car l'humidité qu'ils retiennent favorisent la réaction, et l'on est certain qu'ils renferment intégralement leur équivalent d'eau basique.

» Voici les résultats différents que j'ai obtenus :

A. — 1° *Action du bisulfate de potasse à 1 équivalent d'eau, sur les monosulfures naturels, quand on les broie ensemble dans un mortier.*

Galène, PbS :	Action intense.
Alabandine, MnS :	» assez énergique.
Blende, ZnS :	» un peu plus faible.
Greenockite, CdS :	» sensible.
Millérite, NiS :	» faible dans la variété de Bohême; nulle dans celle des États-Unis.

Chalcosine, argyrose, cinabre; rien.

» La blende concrétionnée de Raibel (Carinthie) agit plus énergiquement que celle du Dauphiné; elle contient un peu de monosulfure de fer et de cadmium et en outre un peu de sulfure de plomb.

2° *Action du même sel sur les sulfures de formule* $M^nS^{(n+1)}$.

Pyrrhotine, Fe^7S^8 (Berzélius) : action faible, mais nette pour les variétés de Bodenmais (Bavière), du Piémont, du Chili.

Troïlite Fe^7S^8 (Stan. Meunier) : action identique à la précédente.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 833.

» Dans tous les cas qui viennent d'être mentionnés, le papier d'acétate de plomb brunit plus ou moins rapidement, lorsqu'on l'expose au-dessus du mortier, immédiatement avec la galène et l'alabandine, assez vite avec la blende et la pyrrhotine.

» Je n'ai pu produire un dégagement sensible du gaz sulfhydrique avec aucun des autres sulfures que j'ai eus à ma disposition : pyrite de fer cubique, marcassite, chalcopyrite, smaltine, cobaltine, stibine, bismuthine, boulangérite, haidingérite, bournonite, jamesonite, zinkénite.

» La steinmannite donne, au contraire, un fort dégagement, comme la galène. Il en est de même de la kobellite de Hfvena, Suède.

» B. — *Action du bisulfate en dissolution.* — Il agit avec la plus grande intensité sur l'alabandine, et le gaz hydrogène sulfuré se dégage de la liqueur en donnant lieu à une vive effervescence. L'action est encore très-nette, bien que moins rapide pour la galène ; un peu moins facile pour la blende, qu'il faut porphyriser; complétement nulle pour tous les autres monosulfures naturels. Cette dissolution est, au contraire, active sur le monosulfure de fer obtenu chimiquement et fondu. On voit s'en dégager régulièrement et d'une manière continue des bulles très-pures d'hydrogène sulfuré. Lorsque l'on y jette de la pyrrhotine ou de la troïlite pulvérisée, il est impossible d'y manifester la présence de ce gaz, à moins que l'on ne fasse bouillir la dissolution.

» *Conclusions.* — 1° L'emploi du bisulfate de potasse $\left.\begin{matrix}KO\\HO\end{matrix}\right\} 2SO^3$ est précieux, lorsqu'il s'agit de reconnaître de la galène. On pourrait, il est vrai, confondre cette dernière substance avec certaines variétés de blende et avec la pyrite magnétique. C'est à peine si l'on doit s'occuper de l'alabandine, dont les plus riches collections possèdent si peu de représentants. L'intensité de la réaction de la galène n'est pas comparable à celle que présentent les autres substances, surtout lorsque l'on emploie le bisulfate en dissolution, puisque, dans cette circonstance, la réaction est tout à fait annulée pour la pyrite magnétique.

» Enfin les couleurs offertes par ces substances, qu'on les observe sur leurs cristaux ou sur leurs poussières, sont assez différentes pour que la confusion ne soit pas de longue durée.

» La réaction de la galène est tellement sensible, que l'on en reconnaît l'existence à l'état libre dans certains sulfures complexes, tels que la boulangérite d'Oberlahr (Prusse rhénane); et la preuve que la galène se trouve libre dans cette variété, c'est que la boulangérite de Wolfsberg,

Hartz et celle de Suède sont complétement inodores dans les mêmes conditions. Il est inutile de rappeler que la steinmannite montre la même réaction que la galène; car, aujourd'hui, tout le monde est d'accord pour la regarder comme une galène antimonifère. Dans la kobellite, dans les tellurures, qui renferment du plomb et du soufre, il y a évidemment du sulfure de plomb libre de toute combinaison.

» 2° La réaction de l'alabandine (MnS) la distingue très-heureusement de l'hauérite (MnS^2).

» 3° On peut aussi par ce moyen reconnaître la pyrrhotine ou pyrite magnétique au milieu de ses mélanges avec d'autres sulfures, et particulièrement avec les bisulfures de fer (pyrite cubique, marcassite).

» 4° Il est clair que la troïlite, qui se trouve, comme on le sait, dans les météorites, doit être rapportée, comme l'a démontré M. Stanislas Meunier, à l'espèce terrestre pyrrhotine, et non pas à un monosulfure de fer qui existe, à ce qu'il paraît, allié au monosulfure de nickel dans l'eisennickelkies, mais dont je n'ai pu encore étudier aucun échantillon. Il me semble difficile d'expliquer autrement l'identité d'action que présentent la pyrrhotine et la troïlite vis-à-vis du bisulfate de potasse hydraté en cristaux, ou en dissolution, en même temps que la grande différence dans la manière dont le monosulfure de fer et la troïlite ou la pyrrhotine se comportent à l'égard du réactif qui fait l'objet de cette Note.

» On pourrait objecter que certains composés échappent à certaines réactions que d'autres du même type chimique subissent au contraire à cause de leur agrégation différente; mais dans l'exemple le plus net que l'on puisse invoquer à l'appui de cette opinion, dans le cas des carbonates, il suffit d'attendre, pour voir que les mêmes lois chimiques régissent tous les carbonates naturels et qu'ils se dissolvent tous plus ou moins vite dans les acides.

» Ici rien de semblable n'a lieu; que l'on agite les liqueurs ou non, que l'on attende, si l'on veut, l'action du bisulfate en dissolution est nulle à froid sur la pyrrhotine et sur la troïlite, qui doivent être évidemment regardées comme une seule et même substance.

» On peut opposer, à la manière dont se conduisent ces deux matières, ce qui se passe lorsque l'on mêle ensemble une dissolution du bisulfate et l'un des monosulfures de plomb, de manganèse, de zinc, naturels ou chimiques, puisque l'action a toujours lieu, quelles que soient les conditions où l'on se place. »

ZOOLOGIE. — *Observation sur les spermatophores des Crustacés décapodes.* Note de M. **Brocchi**, présentée par M. Milne Edwards.

« En 1842, M. Milne Edwards publiait, dans les *Annales des Sciences naturelles* (1), un travail sur les singuliers corps désignés par Cuvier sous le nom de *Machines* ou *Animalcules de Needham*, et rencontrés chez les Céphalopodes. Il démontrait la véritable nature de ces corps, en faisant voir qu'il s'agit de réceptacles particuliers destinés à renfermer la liqueur séminale, et leur donnait le nom de *spermatophores*.

» Depuis, ces spermatophores ont été signalés chez divers Invertébrés.

» On les a rencontrés : 1° chez les Insectes : ainsi M. Lespès a décrit ce mode de fécondation chez le Grillon ; 2° chez certains Vers, les Clepsines et les Nephelis, par exemple ; 3° enfin chez quelques Crustacés inférieurs : c'est ainsi que MM. Jurine et Müller ont vu et figuré des spermatophores sur le Cyclops Castor. Toutefois, la véritable nature de ces corps ne fut déterminée que par M. de Siebold. Ces réceptacles ont été observés chez d'autres Crustacés inférieurs ; mais, à ma connaissance du moins, ils n'ont jamais été signalés chez les Décapodes, c'est-à-dire chez les Crustacés supérieurs.

» Or, en étudiant l'anatomie de quelques Macroures, j'ai trouvé, à l'intérieur de la verge des mâles, des tubes bien distincts. L'existence de ces tubes semblait être en relation avec l'état d'activité fonctionnelle des organes génitaux mâles, et coïncider seulement avec l'époque de la fécondation.

» Je me crois aujourd'hui autorisé à considérer ces tubes comme étant de véritables spermatophores. En effet, en disséquant des Homards mâles, j'ai trouvé récemment, à l'intérieur de la verge de ces animaux, un tube parfaitement distinct et isolable des parois de l'organe. Ce tube était situé dans la portion subterminale de la verge ; il était de couleur blanc jaunâtre. En le portant sous le microscope, j'y ai distingué nettement : 1° une enveloppe amorphe ; 2° un contenu formé par des corpuscules spermatiques. Ces derniers étaient très-nets, parfaitement reconnaissables, et en tout conformes d'ailleurs aux figures données par M. Kolliker. Voilà donc, chez un Décapode, un tube renfermant des corpuscules spermatiques, c'est-à-dire un véritable spermatophore.

» Dans ses *Leçons sur l'Anatomie et la Physiologie comparée*, M. H.-Milne Edwards signalait l'existence d'un tube enroulé dans la verge de la Langouste : « Chez la Langouste, la portion subterminale du canal éjaculateur

(1) *Annales des Sciences naturelles*, 2e série, t. XVIII, p. 331.

» est fort dilatée et renferme dans son intérieur un tube très-contourné » sur lui-même (1) ». Toutefois le savant professeur ne se prononçait pas sur la nature de ce tube. J'ajouterai que M. Alph.-Milne Edwards n'avait pu y constater la présence de corpuscules spermatiques. Il me semble qu'il est bien probable que ce tube est de même nature que celui observé chez le Homard. Je dois faire observer aussi que M. H.-Milne Edwards avait, pour ainsi dire, pressenti l'existence des spermatophores chez les Crustacés supérieurs. En effet, voici comment il s'exprime dans l'Ouvrage que j'ai déjà cité (2) :

« En étudiant les Crustacés des côtes de Bretagne en 1827, j'ai trouvé un Tourteau femelle qui s'était accouplé depuis peu et qui portait, enfoncé dans chacune de ses poches copulatrices, un corps blanc, cylindrique et mou, qui m'a paru être la portion terminale de la verge membraneuse du mâle, séparée du reste des organes sexuels de celui-ci. Je regrette de n'avoir pas eu l'occasion de répéter cette observation, *depuis que mon attention a été portée sur les spermatophores,* car il serait possible que l'espèce de bouchon en question, laissé dans les vulves, fût un corps de cette nature plutôt qu'un fragment de pénis. »

» En disséquant un *Maïa squinado* femelle, j'ai trouvé dans ses poches copulatrices des corps analogues à ceux signalés par M. Milne Edwards. L'examen histologique de ces corps m'a prouvé qu'on ne pouvait les considérer comme des débris de pénis. En effet, ils ne laissent apercevoir aucune trace de tissus organisés. Il serait donc possible qu'il fallût y voir les débris des spermatophores du mâle. Toutefois, comme je n'ai pas eu occasion jusqu'ici d'observer des spermatophores chez les Crustacés brachyures, je n'oserais me prononcer à cet égard. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *Différenciation des mouvements provoqués et spontanés. Étude sur l'action de quelques agents réputés anesthésiques sur l'irritabilité fonctionnelle des étamines de* Mahonia. Note de M. E. **Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« M. P. Bert, en affirmant la nécessité de séparer les deux ordres de mouvement connus dans la Sensitive (2e Mémoire, p. 231, *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin), s'est élevé avec raison contre une objection présentée par les partisans de l'*unité de cause du mouvement végétal*, à savoir, que l'amplitude et l'énergie des mouvements, tant provoqués que spontanés, varient simultanément, si bien que dans la Sensitive les mouvements spontanés sont très-étendus quand la plante est très-sensible, et

(1) H.-M. Edwards, *Leçons sur la Physiologie et l'Anatomie comparée*, t. IX, p. 255.
(2) *Loco citato*, t. IX, p. 258.

très-atténués, au contraire, quand la sensibilité décroît. On connaît les preuves expérimentales (*anesthésiques*, *éclairage continu*) fournies par M. Bert contre cette objection en ce qui concerne la Sensitive; le fait que j'ai à signaler vient s'ajouter à ces preuves pour confirmer la nécessité de la différenciation (1) des deux ordres de mouvements, et pour montrer que, s'ils sont indépendants quand ils se trouvent réunis sur une même plante (cas de la Sensitive), ils demeurent tels lorsqu'ils sont isolés dans des végétaux différents. Ces études sont complémentaires de l'action des anesthésiques. J'ai constaté que, chez les *Mahonia* comme chez les *Berberis*, on peut sectionner le filet (organe irritable) de différentes manières, dans le sens longitudinal et transversal, sans porter atteinte à la faculté motrice. J'ai pu, par exemple, diviser ce filet en deux moitiés égales, emportant chacune une loge de l'anthère, et j'ai vu chaque fragment se mouvoir sous l'influence d'une irritation quelconque, absolument comme si l'organe avait été intact. Cette faculté de résister à la mutilation subsiste dans le filet, même après que l'organe mâle a été séparé de la fleur, mais à la condition de maintenir les surfaces nouvelles en contact avec l'eau; l'évaporation rapide par les plans de section entraîne la disparition de toute irritabilité. J'ai pratiqué ces sections sur des étamines de *Rue* attenant à la fleur ainsi que sur des étamines séparées (en août 1873), et, malgré toutes les précautions dont j'ai pu m'entourer, le mouvement automatique a cessé constamment après la mutilation. Voilà donc une cause qui atteint l'irritabilité nutritive sans toucher à l'irritabilité fonctionnelle, ce qui me paraît justifier encore la séparation de ces deux sortes de mouvements.

» L'action des anesthésiques sur les *Mahonia* et les *Berberis* m'a donné quelques résultats intéressants que je crois devoir communiquer à l'Académie, parce qu'ils montrent les avantages qui peuvent résulter de l'emploi des plantes douées de mouvement, comme réactif physiologique. Je ne parlerai ici que du *protoxyde d'azote*, dont l'action sur les végétaux a été récemment étudiée avec soin par MM. Joly et Blanche (*Comptes rendus* du 7 juillet 1873) et du *chloral* dont le mode d'action est discuté; je réserve l'étude des autres substances (*sulfure de carbone*, *bichlorure de méthylène*, *oxyde de carbone*, *acide carbonique*, etc.) pour une Communication ultérieure.

» Le protoxyde d'azote a été employé pur : des rameaux floraux de *Mahonia* ont été plongés dans une atmosphère de ce gaz pendant un laps de

(1) J'ai déjà montré (*Comptes rendus*, octobre 1873) que l'action des anesthésiques plaide en faveur de cette distinction.

temps variable qui n'a pas dépassé vingt-quatre heures. Dans aucun cas l'action anesthésique n'a été remarquée. Ces résultats sont entièrement confirmatifs de ceux qui ont été fournis par les auteurs précités, lesquels n'ont pas reconnu à ce gaz d'action anesthésique manifeste sur les animaux ni sur les végétaux. De plus, l'apparence flétrie et souffreteuse des rameaux, après vingt-quatre heures de contact avec ce gaz, confirme encore l'opinion de ces auteurs relativement aux propriétés asphyxiantes du protoxyde d'azote. Des rameaux témoins provenant du même arbuste, ayant aussi leur pied dans l'eau, et placés au milieu de l'air atmosphérique, étaient turgides et pleins de vie.

» Le chloral hydraté a été expérimenté en inhalations et en solutions. Un fragment du poids de $2^{gr},50$ de ce corps volatil était placé sous une cloche de petite capacité, dans un verre de montre, en même temps qu'un rameau de fleurs de *Mahonia* immergé dans un verre d'eau. Dans une cloche de même capacité, un rameau de même force était placé au-dessus d'une capsule contenant le même poids de chloroforme. Avec le chloral, pas d'action au bout de quelques heures; avec le chloroforme, l'anesthésie est produite après quelques minutes. Une solution aqueuse de chloral au dixième est faite (4 grammes pour 40 d'eau), et de nouveaux rameaux floraux détachés du même *Mahonia* y sont plongés par leur pied; ces rameaux meurent en quelques heures, mais sans que l'anesthésie se soit produite. D'autres rameaux sont plongés dans la même quantité d'eau, additionnée de 3 grammes de chloroforme : ce liquide étant peu mixtible à l'eau, on remue fréquemment le mélange. Le sommeil des étamines est manifeste après quelques minutes. Le chloral demeure donc sans action sur le mouvement végétal : ce n'est pas un anesthésique (1). Restait à savoir si le chloral transformé par la présence d'un alcali manifesterait une action sensible. J'ai ajouté à la solution au $\frac{1}{10}$ environ $\frac{1}{20}$ de carbonate de soude, et le mouvement staminal a été suspendu comme dans le verre où le chloroforme avait été mêlé à l'eau; même observation a été faite dans la capsule où le chloral employé en inhalations avait été mêlé à du bicarbonate de soude.

» Ces faits, outre l'intérêt qu'ils peuvent présenter au point de vue de la physiologie du mouvement provoqué, me semblent venir à l'appui de l'opinion qui veut que le chloral n'agisse comme hypnotique qu'après sa transformation en chloroforme sous l'influence des alcalis renfermés dans les organismes animaux. »

---

(1) Je dois dire ici, par anticipation, que tous les autres anesthésiques connus et employés par les physiologistes sur l'homme et sur les animaux ont agi sur le mouvement spontané des étamines irritables.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Étude expérimentale sur l'ammoniémie.* Note de MM. V. FELTZ et E. RITTER, présentée par M. Ch. Robin.

« Les auteurs établissent les faits suivants basés sur des expériences et sur des observations cliniques et chimiques :

» 1° Les urines, en dehors des affections de l'appareil génito-urinaire, ne sont ammoniacales que très-rarement. On peut accuser, dans l'immense majorité des cas d'alcalescence, le défaut de propreté des vases ou le mélange des urines avec des substances albuminoïdes plus ou moins altérées.

» 2° Les urines mises en contact avec du ferment ammoniacal, dont l'activité est démontrée par son action sur une solution d'urée pure, ne subissent pas la fermentation ammoniacale avec une égale rapidité, ce qui paraît tenir à des différences de composition.

» 3° Les urines d'animaux bien portants et exempts de toute lésion vésicale ou rénale ne sont pas devenues ammoniacales par leur séjour prolongé dans la vessie, obtenu à l'aide de différentes conditions mécaniques.

» 4° Des sondes imprégnées de ferment n'ont pas suffi pour rendre ammoniacales les urines d'animaux bien portants.

» 5° Les urines ne sont devenues ammoniacales d'une manière tout à fait temporaire que quand on laissait à demeure la sonde imprégnée de ferment.

» 6° Le même effet s'est produit en introduisant dans la vessie une solution de ferment que l'on y retenait environ douze heures par des procédés mécaniques.

» 7° Les accidents urémiques ne peuvent être rapportés ni à la rétention de l'urée, ni au carbonate d'ammonium qui proviendrait de la décomposition de l'urée; car la première de ces substances est inoffensive, et la seconde ne produit d'accidents convulsifs qu'à des doses tellement concentrées qu'il est difficile d'admettre qu'elles puissent se produire dans le sang.

» 8° La décomposition de l'urée en carbonate d'ammonium ne se fait que sous l'influence d'un ferment ou d'agents chimiques dont nous n'avons pas à tenir compte ici. Cette décomposition ne paraît pas s'effectuer dans le sang, car des injections d'urée et de ferment n'ont pas provoqué d'accidents urémiques.

» 9° Ce n'est qu'en forçant la proportion de ferment que nous avons vu se produire des accidents que l'on ne peut rapporter qu'à la septicémie.

» 10° Les sels ammoniacaux suivants : chlorure, sulfate, phosphate, tartrate, benzoate et hippurate, injectés en solutions suffisamment concen-

trées dans le sang, déterminent, au point de vue physiologique, des accidents semblables à ceux du carbonate d'ammonium. Ces sels sont éliminés rapidement par les urines et par la bave; le tartrate et le benzoate ne subissent pas leur transformation habituelle. Les urines ne deviennent jamais ammoniacales; l'haleine est exempte d'ammoniaque.

» 11° Ces sels, en solution assez étendue pour ne pas dissoudre le globule sanguin, modifient néanmoins les propriétés de ce dernier. Ce fait est démontré par l'examen au microscope et par l'analyse des gaz retirés du sang; la capacité d'absorption du globule sanguin pour l'oxygène est notablement diminuée; la résistance du globule sanguin à l'eau et à l'acide acétique est au contraire augmentée.

» 12° Ne pourrait-on pas attribuer une partie des accidents urémiques à la simple rétention dans l'économie, des sels ammoniacaux normalement éliminés par l'urine sans invoquer la transformation préalable de l'urée en carbonate d'ammonium? »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission nommée pour présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *A. Passy*, présente, par l'organe de M. Bertrand, la liste suivante :

En première ligne. . . . . . M. **Bréguet**.
En deuxième ligne . . . . . M. **Jacqmin**.
En troisième ligne. . . . . . M. **du Moncel**.
En quatrième ligne . . . . . M. **Sédillot**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 2 mars 1874.)

Page 649, ligne 32, *au lieu de* trop de chloroforme, *lisez* trace de chloroforme.

(Séance du 16 mars 1874.)

Page 709, ligne 8 en remontant, *au lieu de* courbe, *lisez* cercle.

N° 12.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 23 Mars 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 12.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

M. Malon

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 13 (30 Mars 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1[er]. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 MARS 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Cultes et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Gosselin*, en remplacement de feu M. *Nélaton*.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Gosselin** prend place parmi ses confrères.

ANTHROPOLOGIE. — *Races humaines fossiles. Race de Cro-Magnon.*

M. **de Quatrefages**, en son nom et au nom de M. Hamy, aide-naturaliste au Muséum, fait hommage à l'Académie de la deuxième livraison de l'ouvrage qu'ils publient sous le titre de *Crania ethnica. Les crânes des races humaines*. M. de Quatrefages ajoute les remarques suivantes :

« Cette livraison est, en entier, consacrée à l'histoire de notre seconde race fossile, histoire commencée déjà dans la première livraison et qui ne sera terminée que dans le prochain fascicule. Nous résumerons néanmoins aujourd'hui tout ce que nous avons à dire à son sujet, pour ne pas renvoyer

à une époque trop éloignée la conclusion à tirer de faits qui pourraient être alors oubliés.

» Nous proposons de donner à ce second groupe humain le nom de *race de Cro-Magnon*. Les anthropologistes l'accepteront, pensons-nous, sans difficulté. Les restes humains d'homme et de femme retirés en 1868 de l'abri-sous-roche de Cro-Magnon, conservés à la science par MM. Berton-Meyron, Delmarès et Louis Lartet, ont été presque d'emblée considérés commes typiques, grâce aux excellentes descriptions qu'en ont données en même temps MM. Broca et Pruner-Bey (1868). Les caractères en sont très-distincts, extrêmement accusés et probablement exagérés dans le grand vieillard dont on possède non-seulement la tête, mais une grande partie du squelette.

» Nous avons donc pu réunir, autour de ces termes de comparaison bien déterminés, un assez grand nombre de faits et constituer un groupe homogène dont les représentants nous instruisent par les déviations même du type que présentent quelques-uns d'entre eux. Nos planches lithographiées de grandeur naturelle, des dessins réduits et de nombreuses superpositions au trait, placées dans le texte, permettront, d'ailleurs, de juger de l'exactitude de nos conclusions.

» Voyons quels sont les caractères essentiels de ce groupe, chez l'homme d'abord, le vieillard dont nous venons de parler étant pris pour type.

» Dans la race de Cro-Magnon comme dans celle de Canstadt, le crâne est dolichocéphale; l'indice céphalique est presque le même. Cette particularité est la seule qui rapproche les têtes de ces deux groupes humains. Sous tous les autres rapports, elles sont extrêmement dissemblables. Au lieu d'un front bas et fuyant placé au-dessus d'énormes sinus frontaux, au lieu d'une voûte surbaissée comme dans le crâne du Néanderthal et ses congénères, on trouve ici un front large, élevé, à sinus peu prononcés et une voûte présentant les plus belles proportions. Le frontal est remarquablement développé d'avant en arrière. Sa courbe fronto-occipitale se continue avec une régularité frappante jusqu'un peu au-dessus du lambda. Là, elle s'infléchit pour former un méplat qui se prolonge sur la portion cérébrale de l'occipital. La région cérébelleuse du même os se porte brusquement en dessous et forme une sorte de large plan portant de nombreuses et robustes empreintes d'insertions musculaires. Les bosses pariétales, larges, bien accusées et placées en arrière, donnent au crâne, vu d'en haut, une forme subpentagonale allongée.

» Ce crâne, remarquable par ses belles proportions, l'est encore par sa

capacité. Selon M. Broca, il ne jauge pas moins de 1590 centimètres cubes, chiffre très-sensiblement supérieur à celui de la moyenne de toutes les populations européennes. Ainsi chez ces sauvages primitifs qui, avec leurs armes de pierre ont lutté contre le Mammouth, nous trouvons réunis presque tous les caractères craniologiques généralement regardés comme autant de signes d'un grand développement intellectuel.

» Dans une tête *harmonique* (Pruner-Bey), à un crâne dolichocéphale, c'est-à-dire allongé d'avant en arrière, correspond une face dolichopse (Quatrefages), c'est-à-dire allongée de haut en bas. Lorsqu'il y a désaccord entre ces proportions, la tête est dite *disharmonique* (Pruner-Bey). Ce dernier caractère est extrêmement marqué chez l'homme de Cro-Magnon, en particulier chez le vieillard qui nous sert de type. Le diamètre transversal bizygomatique atteint une longueur qu'il ne présente qu'exceptionnellement chez les brachycéphales harmoniques et l'indice facial descend à 63.

» Cette exagération en largeur se retrouve dans tout le haut et les parties moyennes externes de la face. Les orbites, par exemple, sont remarquablement peu élevés et en revanche très-allongés : aussi l'indice orbitaire atteint-il ici son minimum, 61. C'est encore le contraire de ce que nous avons vu exister dans la race de Canstadt.

» Mais cette tendance à l'élargissement n'atteint ni la région médiane, ni la portion inférieure de la face. Le nez, dont les os sont hardiment projetés en avant et font une saillie remarquable, est étroit. Son indice (45,09) place notre vieillard de Cro-Magnon parmi les Leptorhiniens de M. Broca.

» La mâchoire supérieure est également rétrécie relativement à la face qu'elle termine. Sa largeur ne dépasse pas la moyenne. Le bord alvéolaire est projeté en avant de manière à produire un prognathisme très-accentué.

» La mâchoire inférieure est surtout remarquable par la largeur de sa branche montante, son angle postérieur arrondi et son menton triangulaire avancé.

» Tels sont les principaux caractères que la race de Cro-Magnon présente chez l'homme. On les retrouvera plus ou moins accusés chez tous les individus du sexe masculin; mais nulle part aussi prononcés que chez le vieillard qui nous sert de type. Ils s'atténuent plus encore, d'une manière générale, chez la femme. Cette remarque, déjà faite à propos de la race de Canstadt, s'applique d'ailleurs à presque toutes les autres et surtout aux races sauvages.

» Ainsi, même chez la femme dont la tête, malheureusement incomplète, a été recueillie non loin de celle du vieillard, nous voyons le crâne

conserver ses belles lignes, le front même s'élever un peu; mais le méplat pariétal postérieur est moins accusé, le plan occipito-cérébelleux moins prononcé. La disharmonie est moins forte entre le crâne et la face. Celle-ci est relativement moins large, les orbites sont moins allongés, le nez est plus large, le prognathisme très-atténué. Cependant la moindre attention suffit pour reconnaître l'étroite parenté ethnologique de ces deux têtes; et la circonstance fort heureuse d'avoir été trouvées ensemble nous est un gage de plus qu'elles appartiennent bien à la même race et nous fournissent des termes de comparaison sûrs pour les deux sexes.

» Nous rattachons aux hommes de Cro-Magnon, parmi les restes humains fossiles découverts avant ou après eux, quelques autres spécimens recueillis dans cette même vallée de la Vézère, dont le nom est si grand en Anthropologie. Ils proviennent de la Madelaine et de Laugerie-Basse. Cette dernière a fourni en outre la tête qu'on a appelée *l'homme écrasé*, qui, malgré son état fruste, nous paraît être évidemment proche parent de ses voisins de Cro-Magnon.

» Nous retrouvons la même race à Bruniquel, dans l'abri-sous-roche de Lafaye. La tête osseuse exhumée par M. Brun, quoique manquant de presque tous les caractères propres à la race de Cro-Magnon, dans la région postérieure du crâne, nous paraît ne pouvoir être rattachée qu'à ce type, dont elle a tous les angles faciaux et craniologiques antérieurs. Deux autres crânes ont été retirés par M. de Lastic de la grotte des Forges, dans la même commune. Plus au midi, vers les Pyrénées, la grotte d'Aurignac a montré quelques restes qu'on peut rattacher à la race actuelle, mêlés à d'autres dont il sera question plus tard. La grotte de Gourdon, près de Montréjeau, si habilement exploitée par M. Piette, a fourni plusieurs fragments bien caractérisés. Nous n'oserions nous prononcer avec la même certitude relativement au maxillaire inférieur très-incomplet retiré par M. Frossard des fouilles d'Aurensan.

» Il en est autrement des têtes appartenant aux squelettes découverts par M. Rivière. Toutes les études faites depuis que l'un de nous avait rapproché l'homme de Menton de ceux de Cro-Magnon ont confirmé ce résultat. Plus loin, dans la même direction, mais au delà des Alpes, nous rencontrons les crânes de Cantalupo (Campagne romaine), décrits par MM. de Rossi et Ponzi, et que M. Pruner-Bey rattacha le premier, avec raison, au type qui nous occupe. Plus loin enfin, dans la Terre de Labour, à Isola-del-Liri, le crâne décrit par M. Nicolucci nous montre la même race, dont la capacité cranienne a toutefois diminué.

» En revenant en France, nous avons tout d'abord à signaler comme ayant fourni des têtes masculines de même race et contemporaines de celles de Cro-Magnon la station de Solutré, en Mâconnais, rendue célèbre par les fouilles et les publications de MM. de Ferry, Arcelin, Freminville, Chantre, l'abbé Ducrost, Pruner-Bey. Aux portes de Paris, à Grenelle, M. Martin (de Vervins) a recueilli plusieurs têtes d'une grande importance et entre autres un crâne masculin à placer à côté des précédents.

» En portant nos regards au delà de nos frontières du Nord, nous avons à rappeler avant tout autre le fameux crâne d'Engis, découvert dans une des grottes de Liége par Schmerling; des fragments extraits de la caverne d'Engihoul par ce même Schmerling; ceux que M. Malaise a retirés d'une caverne voisine. Nous rapprochons de ces restes un maxillaire trouvé par M. Dupont dans sa caverne de Goyet (vallée de la Lesse). Peut-être faudra-t-il ajouter encore un maxillaire inférieur incomplet retiré aussi par M. Dupont du Trou-la-Martina. Enfin, si le maxillaire inférieur provenant de Smeermass, dans la vallée de la Meuse, et qu'a bien voulu nous communiquer M. Boogard, est décidément reconnu comme appartenant à la race de Cro-Magnon, nous aurons suivi cette race jusqu'en Hollande, avant d'avoir abordé l'étude de ses représentants féminins.

» En France, ceux-ci ne sont guère moins nombreux que les précédents. Nous les trouvons plus ou moins bien représentés à côté des crânes masculins à Cro-Magnon, à Laugerie-Basse, à Lafaye, aux Forges, à Montréjeau, à Grenelle, à Solutré; mais nous n'en connaissons pas d'exemple à l'étranger, et M. Rivière n'a encore rencontré que des hommes dans les grottes de Menton.

» Ainsi, dans l'état actuel de la science, la race de Cro-Magnon, pendant l'époque quaternaire, semblerait avoir eu son principal centre de population dans le sud-ouest de la France, et, plus particulièrement, aux environs de cette vallée de la Vézère, où l'on peut suivre pour ainsi dire de stations en stations le développement intellectuel qui l'avait conduite peut-être jusqu'aux confins de la civilisation; mais, à en juger par tout ce que nous savons, elle n'aurait jamais été bien nombreuse. Les restes qu'elle a laissés en Italie, dans la vallée de la Meuse et même dans le nord de la France ne seraient que la trace de colonies séparées du gros de la nation et juxtaposées à d'autres races dont nous aurons à nous occuper plus tard.

» L'homme de Cro-Magnon n'en a pas moins traversé les âges qui nous séparent de ces temps reculés. On le retrouve à diverses époques préhistoriques; il s'est maintenu à l'état de peuplades jusque dans les temps mo-

dernes; il est représenté encore par un certain nombre d'individus isolés.

» A l'âge de la pierre polie, la race qui nous occupe laissait ses traces en Belgique dans la caverne d'Hamoir, à quelques lieues de ses anciennes stations d'Engis et d'Engihoul; le crâne trouvé sur les bords du Rhin à Nieder-Ingelheim, non loin du Taunus, avec des instruments néolithiques, a été avec raison rapproché du même type par M. Schaaffhausen; les alluvions de Grenelle se rattachant à la même époque ont donné des têtes qui rappellent celles des niveaux plus anciens; les sépultures néolithiques de Solutré attestent que la race dont il s'agit s'était maintenue dans le Mâconnais, associée à des hommes d'un type tout différent (Pruner-Bey), etc.... Mais le fait le plus remarquable que nous présente cette époque est celui que M. Broca a fait connaître dans sa curieuse étude sur les crânes de la *Caverne de l'homme mort* (Lozère). Sans doute la race de Cro-Magnon porte ici des traces de croisement; mais on ne saurait méconnaître le type fondamental; et il s'agit d'une peuplade qui avait conservé les habitudes troglodytiques de ses ancêtres. Les crânes de même type extraits des tourbières du nord de la France et du port de Boulogne, à une profondeur de plus de 8 mètres, (Bouchard-Chantereaux) datent d'une époque qui n'est peut-être pas très-éloignée de la précédente.

» A Chassemy (Aisne), dans un cimetière gaulois de l'époque du fer, M. Piette a trouvé un squelette dont M. Pruner-Bey a comparé la tête à celle des individus de Cro-Magnon, etc.

» A Paris, les fouilles de l'Hôtel-Dieu, celles du Boulevard de Port-Royal, etc., ont donné des crânes du même type, dont le plus remarquable paraît être du ve siècle.

» Dans le midi de la France, l'un de nous a pu observer une femme originaire des Landes dont les caractères faciaux répondaient exactement à ceux que suppose le squelette décrit plus haut; la collection des têtes basques de Zaraus, recueillie par MM. Broca et Vélasco, renferme plusieurs pièces remarquables par quelques-uns des traits les plus frappants du type de Cro-Magnon, entre autres les dimensions exagérées du diamètre bizygomatique.

» C'est pourtant en Afrique qu'il faut aller chercher aujourd'hui les représentants de la race qui nous occupe. L'un de nous a depuis longtemps attiré l'attention sur ce point.

» Les tombes mégalithiques de Roknia, explorées avec tant de soin par MM. Bourguignat, Mac-Carthy et surtout par M. le général Faidherbe, ont donné un grand nombre de crânes qui se rapprochent plus ou moins de ceux de Cro-Magnon et en reproduisent les traits les plus essentiels. L'un

des types actuellement représentés parmi les Kabyles des Beni-Ménasser et du Djurjura, et signalé par le Dr Guyon, est remarquable au même point de vue. Mais c'est surtout parmi les Guanches de Ténériffe que le type de l'antique race de la Vézère semble s'être le mieux conservé. La belle collection recueillie par Bouglinval au Barranco-Hundo, et que se partagent aujourd'hui le Muséum et l'École des Hautes-Études, présente plusieurs têtes qui ne peuvent laisser guère de doutes sur ce point. Une des planches jointes à notre texte permettra aux lecteurs de juger par eux-mêmes de la valeur de ce rapprochement.

» Ce résultat, quelque singulier qu'il puisse paraître d'abord, ne fait que montrer dans l'espèce humaine la répétition de ce qui a été déjà signalé chez les animaux. Les belles recherches de M. Lartet nous ont appris comment, après l'époque quaternaire, un certain nombre de Mammifères avaient émigré d'Europe en Afrique ou tout au moins s'étaient éteints chez nous, tandis qu'on les retrouve au delà de la Méditerranée. Comme on explique l'ancien mélange des faunes et l'espèce de *départ* qui en a amené la séparation, il n'y a rien d'étrange à voir les populations humaines présenter un fait analogue. Cela même rend très-naturellement compte de l'ancienne extension du type de Cro-Magnon, de sa présence actuelle à l'état erratique et par atavisme en Europe, de son existence plus fréquente, plus franchement accusée dans le nord-ouest de l'Afrique et dans les îles où il s'est trouvé à l'abri des métissages. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Observations verbales au sujet de la Communication récente de M.* Alph. Guérin, *sur le rôle pathogénique des ferments dans les maladies chirurgicales;* par M. **L. Pasteur**.

« Je n'ai aucune compétence pour juger les résultats de l'important travail de M. Alph. Guérin; toutefois, je sais, et par des voix très-autorisées, que le mode de pansement de l'habile chirurgien de l'Hôtel-Dieu constitue un grand progrès chirurgical. Quoique ce mode de pansement éveille dans mon esprit des questions diverses, je ne me permettrai d'appeler l'attention de M. Guérin que sur un seul point. La ouate agit évidemment, comme le pense M. Guérin : elle n'apporte à la plaie que de l'air filtré et pur; peut-être aussi a-t-elle sur les pansements ordinaires l'avantage d'une occlusion moindre que dans ces derniers, de telle sorte qu'elle expose la plaie pendant toute la durée du pansement au contact de l'oxygène pur, ce qui pourrait bien avoir une efficacité propre sur la guérison. Mais pourquoi le pus ne se putréfie-t-il pas dans le nouveau mode

de pansement, quand il est bien réussi? Je ne pense pas qu'on puisse douter aujourd'hui que l'odeur putride du pus ne soit due à la présence d'organismes-ferments, aérobies ou anaérobies. Or les germes de ces organismes doivent exister en plus ou moins grand nombre à la surface de la plaie, et dans la ouate, au début des opérations et du pansement; pourquoi ne se développent-ils pas? Dès lors, voici ma question : l'absence de putréfaction du pus à la surface de la plaie, si le pansement est bien fait, n'aurait-elle pas pour cause cette circonstance que les proportions entre la quantité de pus développé et l'infiltration des parties aqueuses du pus dans la ouate, agissant comme corps poreux, donneraient au pus un état physique qui l'empêcherait de permettre la multiplication des organismes, à peu près comme il est impossible de faire vivre les ferments dans des liquides fermentescibles plus ou moins concentrés, quoique ces derniers soient propres par leur composition à servir de nourriture à ces ferments? La levûre de bière ne fait pas fermenter les sirops de sucre.

» Je me permettrai encore de recommander l'emploi de ouate qui aurait subi antérieurement dans toutes ses parties une température de 200 degrés. Rien de plus facile que de faire passer la ouate pendant quelques heures dans une étuve à huile ou à paraffine à double enveloppe. »

CHIRURGIE. — *Sur un appareil imaginé par M.* Moncoq, *pour opérer la transfusion du sang*. Note de M. **Bouley**.

« M. Moncoq a inventé, en 1862, un appareil sur lequel je prie l'Académie de me permettre de lui présenter quelques remarques.

» Cet appareil se compose essentiellement d'un corps de pompe en cristal, dans lequel le piston est mis en mouvement par une roue à crémaillère graduée. En imprimant à cette roue des mouvements alternatifs d'un quart de tour, on soulève et l'on abaisse le piston, et l'on peut ainsi communiquer au sang liquide, introduit dans l'appareil, des impulsions régulières, successives, qui imitent assez bien celles qui résultent des battements du cœur. Un système de soupapes est disposé pour que le liquide introduit dans le corps de pompe ne puisse plus en sortir par l'orifice d'entrée.

» Dans l'origine, M. Moncoq opérait la transfusion à l'aide de deux tubes en caoutchouc, l'un communiquant avec la veine du sujet qui devait fournir le sang, et l'autre avec celle du sujet qui devait le recevoir. C'est cet appareil qui a été essayé à Alfort, pour la première fois en 1862, sur des chevaux que j'avais mis à la disposition de M. Moncoq. Il réussit

complétement, et l'on aurait pu, si l'on avait voulu, rendre l'un des sujets exsangue et l'autre pléthorique à l'excès.

» Mais la transfusion sur le cheval est une opération qui ne nécessite pas d'appareil spécial, car la liquidité du sang persiste assez longtemps, chez cet animal, après son extraction des vaisseaux, pour qu'on puisse opérer la transfusion, à l'aide d'un entonnoir à robinet introduit dans la veine jugulaire et un vase dans lequel le sang est recueilli à l'air libre. Des essais de ce premier appareil, faits sur des chiens, par M. Longet, dans le grand amphithéâtre de l'École de Médecine, prouvèrent à M. Moncoq qu'il pouvait répondre très-bien à son but.

» Toutefois, il avait un grave inconvénient pour son application à l'espèce humaine : on ne pouvait s'en servir qu'à la condition de maintenir à demeure, pendant tout le temps que durerait l'opération, une canule dans la veine de la personne qui se dévouerait pour fournir son sang. M. Moncoq, pour prévenir cet inconvénient qui pouvait devenir un danger véritable, eut l'idée d'adapter, à la partie latérale de la base du corps de pompe de son appareil, un entonnoir en verre destiné à recevoir directement le sang à sa sortie de la veine. Le jeu du piston faisait passer immédiatement ce sang, qui n'avait à parcourir que le très-court trajet du diamètre du corps de pompe, dans le tube communiquant avec la veine de la personne sur laquelle la transfusion devait être opérée. Dans l'appareil modifié ultérieurement, et sans avantage aucun, par M. Mathieu, premier fabricant de M. Moncoq, appareil dont M. Béhier vient de se servir pour opérer la transfusion, l'entonnoir est en haut du corps de pompe, et le sang doit traverser le piston pour pénétrer dans la partie inférieure de l'appareil et de là être introduit dans le tuyau de conduite vers la veine qui doit le recevoir. Cette disposition implique un bien plus long trajet à parcourir que celle que M. Moncoq avait adoptée dans son second appareil, qu'il a présenté à la Faculté de Médecine, pour le Concours du prix Barbier en 1863.

» Enfin, voici une dernière modification que M. Moncoq a fait subir à son appareil, et qui lui paraît réaliser un perfectionnement véritable. Cette modification consiste dans l'adaptation d'une petite cupule à la partie inférieure du corps de pompe. Cette cupule, de petit diamètre, est appliquée, renversée à la manière d'une ventouse, sur la veine d'où le sang doit être extrait immédiatement après qu'elle a été ouverte avec la lancette, comme on le fait pour la saignée ordinaire. Le sang remplit immédiatement la cupule par l'impulsion que lui communique la tension des vaisseaux qui le contiennent. Le jeu du piston l'introduit dans le corps

de pompe, et, par son va-et-vient alternatif, on peut faire passer immédiatement le sang tout chaud, tout vivant, de la veine qui le fournit dans la veine qui doit le recevoir, son passage à travers l'appareil étant d'une durée si courte que tout danger de coagulation est évité. Je dois ajouter que, l'appareil étant gradué, on peut savoir la quantité de sang qui est chassée par chaque coup de piston et mesurer ainsi, avec certitude, celle que l'on introduit pendant l'opération.

» En résumé, M. Moncoq, à l'aide de l'appareil de précision, aussi simple qu'ingénieux, dont il expose devant l'Académie la dernière modification, a résolu le problème de la transfusion, problème si important au double point de la physiologie et de la médecine : le sang en nature, chaud, liquide, vivant, pouvant être transmis presque directement de la veine qui le donne à celle qui doit le recevoir. »

HYDROLOGIE. — *Sur le service hydrométrique du bassin de la Seine.* Note de M. **Belgrand**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un exemplaire du résumé des observations pluviométriques de 1872, et des observations hydrométriques du 1er mai 1872 au 30 avril 1873.

» Pendant douze ans, de 1854 à 1865 inclusivement, ce service a été dirigé par moi seul. A partir de 1866, le Ministre des Travaux publics a bien voulu, sur ma demande, me donner un collaborateur, M. Georges Lemoine. Le travail que je présente aujourd'hui à l'Académie a donc été fait en collaboration avec cet ingénieur.

» Il se compose d'une Notice (1) et d'un Atlas, dont les dimensions ont été réduites à celles de l'Atlas de l'ouvrage intitulé *La Seine, études hydrologiques*, que j'ai publié en 1872 (2). A l'avenir le format sera conservé et nos publications pourront être considérées comme une suite de cet ouvrage.

» L'année 1872 a été très-remarquable. Elle commence par une sécheresse dont on ne trouve que trois ou quatre exemples dans le XIXe siècle, et finit par un automne d'une humidité plus rare encore.

» *Observations pluviométriques* (8 feuilles de l'*Atlas*). — Comme dans les années précédentes, le bassin a été divisé en huit parties correspondant aux

(1) La Notice s'applique aux observations de 1871-1872. Je ne parlerai ici que de celles de 1872.

(2) Dunod, éditeur.

versants des grands affluents : *l'Yonne, la haute Seine*, en amont du confluent de l'Yonne, *la Seine*, entre les confluents de l'Yonne et de l'Oise, *le Loing, la Marne, l'Aisne, l'Oise* et *la basse Seine*, entre le confluent de l'Oise et la mer. La pluie d'un jour est représentée sur l'Atlas par un trait noir d'une hauteur égale à la moitié de la hauteur réelle.

» Les lois que j'ai fait connaître dans l'ouvrage précité se vérifient toutes en 1872.

» En 1854 (1), j'ai démontré que, en ce qui concerne le régime de la pluie et des eaux courantes, le climat de la France était homogène au nord du plateau central et, à plus forte raison dans toute l'étendue du bassin de la Seine. Cette loi se vérifie en 1872 : aux mêmes dates, on trouve partout les mêmes groupes de pluies.

» Ainsi, septembre d'abord, puis janvier, février, mars et avril, ont été, dans toute l'étendue du bassin, les mois les plus secs de l'année; les mois les plus pluvieux ont été octobre, novembre et décembre.

» Avant mes premières publications on attribuait une action considérable aux dispositions topographiques locales sur la pluie : cette action est réelle, en effet, et ne peut être négligée; mais c'est surtout l'altitude des lieux, le voisinage ou l'éloignement de la mer qui modifient l'importance des groupes de pluie.

» *Effets de l'altitude. Bassin de l'Yonne.* — Le *haut Follin* est le point le plus élevé du Morvan et des bassins de l'Yonne et de la Seine; son altitude est 902 mètres; c'est aussi le point le plus pluvieux. Nous y avons établi une station d'observation pluviométrique et pour la première fois nous donnons les résultats d'une année entière; la hauteur de pluie recueillie en 1872 a été de 2681 millimètres. Quatre stations voisines, le *bas Follin*, *Pommoy*, la *Croisette* et les *Settons* sont à des altitudes décroissantes, 800, 650 et 596 mètres. Les hauteurs de pluie 2457, 2533, 2121 et 2041 millimètres, sont aussi décroissantes. Le même fait s'observe aux autres stations du bassin de l'Yonne : la hauteur de pluie décroît avec l'altitude. A la plus basse station, Saint-Martin, près Sens, dont l'altitude est 66 mètres, la hauteur de pluie est 787 millimètres. Le rapport des nombres obtenus à la plus haute et à la plus basse station est donc

$$\frac{2681}{787} = 3,40.$$

(1) *Bulletin de la Société météorologique de France*, 21 juillet 1854.

» Des faits analogues se constatent dans les bassins des autres grands affluents.

» *Effets des basses altitudes et de l'éloignement de la mer.* — Le vaste plateau qui forme le bassin de la Seine entre la mer et le pied de la chaîne de la Côte-d'Or est à une altitude qui ne dépasse guère 150 à 200 mètres; les vallées qui le sillonnent sont à 50 ou 100 mètres au-dessous de ce niveau.

» C'est dans la partie de ce plateau située à plus de 150 kilomètres de la mer que sont situées les stations qui reçoivent la hauteur minimum de pluie. La plus petite hauteur, 575 millimètres, a été obtenue un peu à l'amont de Paris, à Port-à-l'Anglais, à l'altitude de 33 mètres. Paris lui-même se trouve dans cette région des minima; à 109 mètres d'altitude, à Ménilmontant, on a recueilli 772 millimètres de pluie seulement.

» *Effets du rapprochement de la mer.* — Dans le pays de Bray, le pays de Caux, sur les rives de la Seine à l'aval d'Elbeuf, la hauteur de pluie augmente notablement malgré les basses altitudes; on se rapproche des nombres obtenus dans les parties montagneuses, à 400 ou 500 mètres d'altitude. Ainsi,

à Gournay (altitude, 100 mètres),	on a une hauteur de pluie	de...	846mm
à Rouen (altitude, 8 mètres),	»	de...	848
à Caudebec (altitude, 1 mètre),	»	de...	1034
à Yvetot (altitude, 151 mètres),	»	de...	1212
au Havre-Ingouville (altitude, 89 mètres),	»	de...	1083

» *Effet de la topographie locale.* — Un point bas, un fond de vallée, situé à peu de distance d'un plateau plus élevé, reçoit, à très-peu près, autant de pluie que ce plateau.

» C'est ainsi que les *Settons*, situés à l'altitude 596, reçoivent presque autant de pluie que les hautes stations voisines, situées aux altitudes 902, 800 et 650 mètres. Ces hauteurs de pluie ont dépassé 2000 millimètres en 1872. Lorsqu'on s'éloigne de ces sommets, on trouve des quantités de pluie bien moindres aux mêmes altitudes. Ainsi, au bord du Morvan, Saulieu et Château-Chinon, aux altitudes 557 et 539 mètres, très-peu différentes de celle des Settons, n'ont reçu que 960 et 1271 millimètres.

» Les stations de Pannetières et de la Colancelle, situées aux basses altitudes de 276 et de 279 mètres, mais au pied des hauteurs du Morvan, reçoivent 1186 et 1046 millimètres de pluie, autant que Saulieu et Château-Chinon. A Chaumont, la hauteur de pluie recueillie au fond de la vallée de la Marne, à l'altitude 256 mètres, est 994 millimètres; celle re-

cueillie sur le plateau, à l'altitude 330 mètres, est 976 millimètres, c'est-à-dire sensiblement égale. On trouve des faits analogues sur chaque feuille de l'Atlas.

» *Effet du rapprochement de la mer sur le nombre des jours de pluie.* — Le nombre des jours de pluie est beaucoup plus grand au bord de la mer que dans les autres parties du bassin; il est en 1872 :

à Yvetot, de	223
à Caudebec, de	200
à Fatouville, de	207

Le nombre des jours de pluie des plus hautes stations du Morvan atteint à peine ces limites. La moyenne de 1872, pour tout le bassin, ne dépasse pas 164 jours.

» En somme, l'année 1872 a été très-pluvieuse. La hauteur moyenne de pluie pour tout le bassin a été de 880 millimètres; la hauteur moyenne obtenue pour huit années d'observations est 708 millimètres. Pour les grands affluents, les moyennes de 1872 sont :

Bassin de l'Yonne	1198^{mm}
» de la haute Seine	917
» de la Seine moyenne	735
» du Loing	765
» de la Marne	1026
» de l'Aisne	854
» de l'Oise	776
» de la Beauce	812
» de la basse Seine	908

» Cette année météorologique offre deux caractères très-opposés : sécheresse prononcée dans les premiers mois, humidité excessive dans les derniers. Le même fait se remarque dans toute la partie de la France située au nord du plateau central.

» *Observations hydrométriques* (verso et recto de quatre feuilles doubles de l'*Atlas*). — Sur le verso de chaque feuille sont figurées les observations du 1er mai au 31 octobre 1872, c'est-à-dire de la *saison chaude* ou *des basses eaux;* sur le recto, les observations du 1er novembre 1872 au 30 avril 1873, c'est-à-dire de la *saison froide* ou *des hautes eaux.* Les deux premières feuilles doubles sont consacrées aux petits cours d'eau, la troisième et la quatrième aux grands cours d'eau.

» En tête de la première feuille sont figurées les courbes des variations de la température de l'air et de la Seine, à Paris, en 1872. La courbe des

températures de la Seine est gravée en trait fort. En été, ses maxima et ses minima sont en sens inverse de ceux des crues. Ils sont disposés dans le même sens pendant la saison froide.

» *Cours d'eau tranquilles.* — Les variations de niveau des cours d'eau des terrains perméables sont aussi figurées sur cette première feuille. Je leur ai donné le nom de *cours d'eau tranquilles*, parce que leurs crues, alimentées surtout par des sources, montent lentement et régulièrement, durent au moins quinze jours et souvent pendant des mois entiers. Nous avons onze stations d'observation sur ces cours d'eau, savoir : cinq dans les terrains oolithiques, dont deux en basse Bourgogne, sur la Seine et sur l'Ource, une en Champagne, sur l'Aube, et deux en Lorraine, sur l'Ornain et la Saulx; cinq dans la craie blanche, dont quatre en Champagne, sur la Somme-Soude, le Mont, la Somme, l'Orvin, et une en basse Normandie, sur l'Eure. La dernière station est établie en Beauce, sur l'Essonne.

» Ces cours d'eau ont leur régime particulier, suivant le terrain dans lequel ils coulent. Les moins tranquilles sont ceux des calcaires oolithiques, dans lesquels on trouve quelques terrains marneux demi-perméables. Ceux de la Lorraine ont même des crues assez limoneuses.

» Les cours d'eau de la craie de la Champagne sont beaucoup plus tranquilles, parce que la contrée ne renferme pas de terrains imperméables. L'Eure fait exception, parce qu'elle prend naissance dans les argiles du Perche, qui donnent à ses crues un caractère un peu plus violent. C'est cependant un cours d'eau essentiellement tranquille : sa portée dans les plus grandes crues connues ne dépasse jamais 100 mètres cubes par seconde, et cependant l'étendue de son bassin (5600 kilomètres carrés) est presque égale à celle du bassin de la Loire à Roanne, qui débite jusqu'à 5000 et même 7500 mètres cubes par seconde.

» Enfin les calcaires de Beauce et les sables de Fontainebleau sont tellement perméables que l'Essonne n'éprouve pour ainsi dire aucune crue; seulement les pluies persistantes troublent plus ou moins la limpidité habituelle de ses eaux.

» Les figures que je mets sous les yeux de l'Académie permettent d'établir en peu de mots la théorie des tourbières des marais immergés (1). Pour qu'il y ait production de tourbe, il est nécessaire que les végétaux

---

(1) Les tourbières des marais émergés (terrains granitiques ou paléozoïques) se sont formées dans des conditions toutes différentes. (Voir l'ouvrage précité : *La Seine, études hydrologiques*.)

aquatiques ne soient ni emportés, ni empâtés par les crues. Il faut donc que ces crues soient peu violentes et peu limoneuses, ou, en d'autres termes, que le bassin qui les produit soit très-perméable.

» Or, à la simple inspection des figures des cours d'eau des terrains oolithiques, on reconnaît que ces rivières, dans les années humides comme 1872, sont sujettes à des débordements limoneux; elles n'ont donc pu produire beaucoup de tourbe et, en effet, on en trouve à peine quelques traces sur les bords des deux moins violentes, la Seine et l'Ource.

» La même observation s'applique à la vallée de l'Eure.

» Les rivières de la Champagne restent presque constamment limpides ou peu limoneuses dans leurs plus grandes crues; leurs vallées doivent donc être tourbeuses, et c'est ce qui a lieu en effet. Enfin les plus grandes tourbières sont celles de l'Essonne, qui n'éprouve aucune crue.

» *Cours d'eau torrentiels.* — J'ai donné le nom de *torrents* aux cours d'eau des terrains imperméables, dont les crues, alimentées par des eaux de superficie, sont très-violentes et durent rarement plus de un ou deux jours dans leur partie élevée. Nous avons quatorze stations d'observation sur ces cours d'eau : trois dans le granite du Morvan, sur le Cousin, la Cure et le Serein; trois dans le lias, dont deux dans l'Auxois, sur la Brenne et l'Armançon, et une dans la vallée de la Marne, à Chaumont; six dans le terrain crétacé inférieur, savoir, une sur l'Ouanne, une dans la banlieue de Troyes, sur la Barse, une dans le Der, sur la Voire, une dans le Perthois, sur la Bruxenelle, une dans l'Argonne, sur l'Aisne, et une dans le pays de Bray, sur l'Epte. Notre dernière station est établie dans la Brie, sur le Grand-Morin.

» Ces cours d'eau ont tous un régime particulier, déterminé par le terrain dans lequel ils coulent : les plus violents sont ceux du granite et du lias; les plus limoneux sont ceux du terrain crétacé inférieur.

» Les cours d'eau de la Brie ont un régime tout spécial. Les plateaux qui les alimentent sont dépourvus de pente, et leurs eaux s'emmagasinent dans des mares et des rus. Tant que ces réservoirs ne sont pas remplis jusqu'aux bords, les cours d'eau n'éprouvent, pour ainsi dire, aucune crue; dès que les mares et les rus débordent, les cours d'eau entrent en crue à la moindre pluie.

» Ces indications sommaires suffisent pour démontrer qu'il est impossible d'étudier sérieusement le régime des cours d'eau sans tenir compte de la nature géologique de leurs bassins.

» L'homogénéité du climat du bassin de la Seine se vérifie aussi bien

par l'étude des cours d'eau que par celle des pluies. Puisqu'il pleut partout à la fois, les cours d'eau doivent entrer en crue partout en même temps; c'est ce qui se vérifie très-bien en 1872.

» La saison froide ayant été très-sèche dans toute l'étendue du bassin, il n'y a point eu de crue dans la saison chaude, excepté dans quelques ruisseaux du terrain crétacé inférieur, la Bruxenelle, la Barse et la Voire qui sont entrées en croissance à la suite des pluies de mai; la petite crue de la Seine, que les mariniers nomment *bouillon de mai*, n'a pas eu lieu en 1872. Les pluies de juin, juillet et août, quoique égales au moins à la moyenne, n'ont produit aucune crue sensible; mais, lorsque les grandes pluies du commencement de l'automne ont amené le sol à l'état de saturation, tous les cours d'eau sont entrés en crue en même temps, du 15 au 20 octobre, ceux des terrains perméables très-lentement, ceux des terrains imperméables avec une grande violence. La fin d'octobre ayant été moins pluvieuse, les cours d'eau ont décru dans toute l'étendue du bassin.

» Sous l'influence des grandes pluies de novembre et du commencement de décembre, une nouvelle croissance des eaux s'est manifestée partout; mais, dans chaque terrain, les crues ont conservé leur caractère particulier; dans les terrains perméables, elles ont monté lentement et régulièrement. Les groupes de pluie énormes du 10 au 20 novembre, du 1er, du 5 et du 10 décembre, ont produit à peine quatre maxima peu prononcés dans les crues des cours d'eau des terrains oolithiques, un seul maximum dans ceux de la craie blanche, et n'ont déterminé aucune variation de niveau dans les rivières de la Beauce.

» Dans les terrains imperméables, au contraire, chaque grande pluie a déterminé une crue violente qui a duré à peine vingt-quatre heures. On en compte dix dans les cours d'eau du granite, onze et douze dans les cours d'eau du lias; il y a moins d'homogénéité apparente dans les cours d'eau du terrain crétacé inférieur, ce qui tient à ce que les crues s'étalent sur de vastes prairies, ou s'emmagasinent dans des étangs. J'ai indiqué ci-dessus la cause du retard de la crue des cours d'eau de la Brie. Dès que les mares et les rus ont été remplis, le Grand-Morin est entré en crue comme les autres torrents et en a éprouvé dix, en novembre et décembre.

» Les autres crues de l'hiver 1872-1873 ne sont pas moins générales : on reconnaît sur nos feuilles gravées que les groupes de crues du 20 janvier, du 25 février, du 10 mars se trouvent dans tous les cours d'eau du bassin, excepté dans les rivières de la craie blanche de la Champagne, qui se maintiennent à un niveau très-élevé, mais sans variation sensible

pendant toute la saison froide et dans ceux de la Beauce qui restent dans leur état stationnaire habituel.

» Les deux dernières feuilles gravées de l'*Atlas* s'appliquent aux crues des grands cours d'eau et de la Seine à Paris et à l'aval de Paris. J'ai fait connaître à l'Académie la relation qui existe entre ces crues des grands affluents et des petits cours d'eau, précisément à l'époque des grandes crues de 1872 (1); je n'ai donc pas à y revenir aujourd'hui : d'ailleurs les limites de cette Notice ne me le permettraient pas.

» Les cours d'eau du bassin, à la suite des grandes pluies de 1872, ont éprouvé des crues considérables, comme le font voir nos figures gravées; quelques-uns ont presque atteint la limite des plus grandes eaux connues. Je citerai notamment

Grand-Morin à Pommeuse, 20 novembre 1872.......... 2m,90

Je ne connais pas de plus grande crue de ce torrent.

		m
Marne à Chalifert au-dessous du confluent du Grand-Morin.	15 décembre 1872...	4,44
	7 janvier 1861.....	4,48

Aisne à Pontavert.	Plus grande crue connue, 26 février 1874............	4,58
	2 décembre 1872................................	3,70
	3 janvier 1861.................................	3,79

» La Seine, à Paris, est restée bien au-dessous de cette limite, même en ne considérant que les crues du XIXe siècle :

		m
Seine au pont de la Tournelle	17 décembre 1872.....................	5,85
	plus grande crue du siècle, 3 janvier 1802..	7,45

» Les cours d'eau tranquilles, alimentés uniquement par des sources, qui, par conséquent, exigent des pluies très-persistantes pour entrer en crue, ont atteint le niveau des plus hautes eaux connues; telles ont été les rivières de la craie blanche :

		m
Somme-Soude à Conflans	décembre 1872......................	1,72
	plus hautes crues observées par nous.....	1,45

» Les sources que la ville dérive de la vallée de la Vanne ont atteint leur plus haut débit (2080 litres par seconde) en février 1873; l'une d'elles, Armentières, seule, a donné 1123 litres. Le plus bas débit de ces sources est d'environ 800 litres par seconde.

(1) Voir les *Comptes rendus*, séance des 9 et 16 décembre 1872.

Répartition de certains poissons dans les rivières du bassin de la Seine.

» Les saumons remontent la Seine et passent sans y entrer devant l'Eure, l'Oise, la Marne et le Loing. Tous quittent la Seine et entrent dans l'Yonne, à Montereau; ils passent sans y entrer devant la Vanne, l'Armançon et le Serein. Tous quittent l'Yonne pour entrer dans la Cure; ils arrivent ainsi, par le plus court chemin, aux ruisseaux du granite, dans lesquels ils alevinent.

» La truite se trouve en abondance dans les ruisseaux du granite, des calcaires oolithiques et de la craie blanche; jamais on n'en a vu dans les ruisseaux du lias, du terrain crétacé inférieur; elle ne se plaît pas dans les terrains tertiaires. Ainsi, à l'aval de Nogent-sur-Seine, la Seine reçoit, sur sa rive gauche, quelques affluents, provenant de la craie blanche, l'Orvin notamment, qui sont remplis de truites; deux ruisseaux non moins limpides, qui passent par Provins et naissent dans des sources énormes des terrains de la Brie, le Durtein et la Voulzie, ne renferment pas une seule truite.

» La carpe est rare dans les rivières à truites.

» L'écrevisse à pattes rouges n'existe dans aucune des rivières des terrains perméables, à grandes sources; elle y est remplacée par l'écrevisse à pattes blanches, bien moins estimée. »

M. A. **Des Cloizeaux** fait hommage à l'Académie du premier fascicule du tome II de son « Manuel de Minéralogie ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *A. Passy*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Bréguet obtient	42	suffrages.
M. Sédillot	8	»
M. du Moncel	6	»

M. **Bréguet**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

BOTANIQUE FOSSILE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* B. Renault, *intitulé : « Étude du genre* Myelopteris. »

(Commissaires : MM. Daubrée, Ad. Brongniart rapporteur.)

« Les nouvelles recherches de M. Renault sur les végétaux silicifiés d'Autun ont porté sur un groupe de plantes considérées comme des tiges de plantes monocotylédones, mais dont l'organisation n'était, jusqu'à ce jour, connue que très-imparfaitement. Ces plantes furent rapportées par Cotta, en 1832, à un genre de tige nommé par lui *Medullosa*, sous le nom spécifique de *Medullosa elegans;* mais les différences notables que cette espèce présentait relativement aux deux autres espèces du genre *Medullosa* l'avaient fait considérer par votre rapporteur, en 1849, comme un genre spécial, sous le nom de *Myeloxylon*.

» Ces fossiles, qui paraissent rares dans les terrains houillers et permiens de l'Allemagne, ont été cependant l'objet des études de M. Göppert dans son grand ouvrage sur les terrains permiens (1865); mais il arrivait à cette conclusion assez singulière, que ces tiges, car il les considérait toujours comme des tiges, devaient appartenir à des végétaux participant à l'organisation des Monocotylédones, des Dicotylédones gymnospermes et des Fougères, et il en formait un genre spécial sous le nom de *Stenzelia*, sans se préoccuper du nom de *Myeloxylon* déjà donné à ces végétaux quinze ans auparavant.

» Tel était l'état de nos connaissances sur ce sujet, lorsqu'il y a deux ans M. Renault a entrepris l'étude des fossiles de ce genre qui se trouvent en grand nombre parmi les végétaux silicifiés des environs d'Autun.

» Grâce aux échantillons variés et souvent très-complets qu'il a recueillis, ou qui lui ont été communiqués par de savants collecteurs d'Autun et par le Muséum de Paris, il a pu en faire une étude beaucoup plus approfondie et arriver à des conclusions très-différentes de celles de ses devanciers.

» Il est inutile de répéter dans ce Rapport les détails sur la structure de ces fossiles déjà indiqués dans l'analyse du Mémoire de M. Renault, inséré dans le *Compte rendu* de la séance du 26 janvier dernier, en même temps que ce savant déposait le Mémoire détaillé accompagné de figures nombreuses dont nous rendons compte en ce moment à l'Académie. Toutes les

observations de l'auteur sont d'une parfaite exactitude et nous voulons seulement faire ressortir l'importance des conclusions qui en découlent.

» D'après les recherches de M. Renault, les prétendues tiges fossiles désignées par Cotta sous le nom de *Medullosa elegans* ne sont pas des tiges, c'est-à-dire des axes végétaux.

» Aucun des faisceaux vasculaires qu'elles renferment et qui, au premier aspect, rappellent à beaucoup d'égard ceux des tiges des Monocotylédones, ne se porte vers la surface extérieure pour pénétrer dans des organes appendiculaires; nulle part on n'observe l'entrecroisement de ces faisceaux, dont la marche a été si bien exposée par Möhl dans son *Anatomie des tiges de Palmiers;* la surface externe de ces prétendues tiges, que M. Renault a pu étudier encore recouverte par son épiderme, n'a jamais présenté de cicatrices d'insertion d'organes appendiculaires.

» Les faisceaux vasculaires dispersés dans le tissu cellulaire, qui en occupe tout l'intérieur, s'élèvent tous parallèles entre eux; ils n'ont pas l'organisation de ceux des Palmiers et des autres Monocotylédones, mais ils rappellent ceux de certaines Fougères; enfin la zone externe, composée de faisceaux fibreux fort différents des précédents, quoique formant des lames rayonnantes, n'a cependant aucune ressemblance avec celle des tiges des Dicotylédones.

» De tous ces caractères, et surtout du premier, il résultait que ces fossiles n'appartenaient pas à des tiges, mais plutôt à des pétioles. La structure des faisceaux vasculaires indiquait leur rapport avec ceux des Fougères, et c'est en effet avec des plantes de cette famille que M. Renault a trouvé les analogies les plus frappantes.

» Les pétioles des Fougères de la tribu des Marattiées, ceux surtout des *Angiopteris,* dont on cultive maintenant plusieurs espèces dans les serres du Muséum, différents à beaucoup d'égard de ceux des autres Fougères, offrent, en effet, par leur grande dimension et leur structure interne, une analogie remarquable avec les fossiles qui nous occupent. C'est ce qui a déterminé M. Renault à donner à ces pétioles le nom de *Myelopteris,* légère modification du nom de *Myeloxylon*, qui met ce nom en rapport avec ceux déjà donnés à divers genres fondés pour désigner des pétioles pétrifiés de Fougères.

» Cette analogie des *Myelopteris* avec des pétioles des Marattiées est encore confirmé : 1° par le mode de division observé dans quelques cas sur des rachis principaux donnant naissance à des rachis secondaires ou latéraux dirigés comme dans les frondes de Fougères; 2° par la présence dans les

schistes houillers de Saint-Étienne d'énormes pétioles aplatis, se ramifiant ensuite latéralement et composés de faisceaux fibro-vasculaires très-nombreux à l'état charbonné; 3° par l'existence dans ces mêmes terrains d'un grand nombre de Fougères que leur fructification rapporte à la tribu des Marattiées. Remarquons cependant que ces pétioles de *Myelopteris* diffèrent assez de ceux des Marattiées actuelles pour montrer qu'ils proviennent de plantes génériquement différentes des *Marattia*, *Angiopteris* et autres genres vivant maintenant à la surface du globe.

» Si l'on compare, en outre, la structure des tiges fossiles des mêmes terrains attribués par Corda à des Palmiers, sous les noms de *Palmacites carbonigenus* et de *Palmacites leptoxylon*, on voit que ces fossiles dans leur état imparfait ont cependant beaucoup plus d'analogie par leur organisation avec les *Myelopteris* qu'avec des tiges de Palmiers, et l'on arrive à en conclure que ces tiges, qu'on regardait comme les seuls indices de végétaux monocotylédonés à l'époque houillère, étant exclues de cette classe et rapportées à la famille des Fougères, on n'a plus aucun indice de l'existence des Monocotylédones à cette époque géologique, c'est-à-dire à la fin de la période houillère.

» Ces résultats sont confirmés par les observations que nous citions plus haut de M. Grand'Eury sur les pétioles de grandes Fougères (*Neuropteris, Odontopteris*), trouvés à l'état charbonné dans les schistes du terrain houiller de Saint-Étienne, et constitués par de nombreux faisceaux fibro-vasculaires.

» Ils le sont également par les études encore inédites de M. Williamson de Manchester qui, après avoir reçu l'extrait, inséré dans les *Comptes rendus*, du Mémoire qui nous occupe, annonce dans une Lettre adressée à M. Renault qu'il a fait une communication sur le même sujet à la réunion de l'Association britannique de Bradford, dans le mois de septembre 1873, communication qui n'est pas encore imprimée et ne paraîtra qu'avec le Rapport annuel de cette session de l'Association. M. Williamson, d'après l'examen de divers échantillons des mines d'Oldham, paraît être arrivé aux mêmes conclusions que M. Renault sur l'analogie de ces tiges avec les pétioles des Marattiées.

» On voit que, par des recherches complétement indépendantes, portant sur des matériaux différents, d'habiles observateurs arrivant aux mêmes résultats donnent ainsi une grande force aux conclusions semblables qu'ils en tirent et, comme le dit M. Williamson dans sa Lettre, donnent le coup de grâce à l'hypothèse de l'existence des Monocotylédones à cette époque.

» Cette conclusion a une assez grande importance dans l'histoire du dé-

veloppement du règne végétal, pour que nous n'hésitions pas à demander à l'Académie de voter, comme elle l'a déjà fait pour un Mémoire précédent de ce savant, l'insertion du Mémoire de M. Renault dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre.* Mémoire de M. **A. Picart**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Serret, O. Bonnet, Puiseux.)

« Jusqu'à présent les recherches des géomètres sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre se sont bornées presque exclusivement aux équations à deux variables indépendantes, linéaires par rapport aux dérivées du second ordre r, s, t, et à la quantité $rt - s^2$. On peut même dire que, depuis les travaux créateurs de Monge et d'Ampère sur ce sujet, il n'a rien été ajouté d'essentiel à la théorie qu'ils en ont établie.

» Nous nous proposons ici d'indiquer une méthode nouvelle applicable à l'intégration des équations aux dérivées partielles d'ordre quelconque et à un nombre quelconque de variables indépendantes, méthode dont le principe n'est autre que celui du procédé suivi, d'abord par Lagrange, pour l'intégration des équations du premier ordre à deux variables indépendantes, et étendu ensuite par Jacobi au cas d'un nombre quelconque de variables.

» On sait que la méthode de Jacobi consiste à associer à l'équation du premier ordre

$$H(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, p_3, \ldots, p_n) = 0$$

$n - 1$ autres équations

$$\begin{aligned} H_1(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n) &= a_1, \\ H_2(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n) &= a_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \\ H_{n-1}(x_1, x_2, \ldots, x_n, z, p_1, p_2, \ldots, p_n) &= a_{n-1}, \end{aligned}$$

telles que les valeurs de $p_1, p_2, \ldots, p_n$ tirées de ces n équations rendent intégrable l'équation

$$dr = p_1 dx_1 + p_2 dx_2 + \ldots + p_n dx_n,$$

ou satisfassent à la condition

$$\frac{dp_i}{dx_j} = \frac{dp_j}{dx_i},$$

pour toutes les valeurs différentes de i et j, depuis 1 jusqu'à n inclusivement.

» Pour les équations du second ordre et généralement d'ordre quelconque, quel que soit le nombre des variables indépendantes, nous suivons une méthode analogue : si n est le nombre des dérivées de l'ordre le plus élevé de l'équation proposée, nous associons à cette équation $n - 1$ autres équations renfermant chacune une constante arbitraire, et telles que les valeurs de ces dérivées tirées des n équations rendent *intégrable* le système d'équations aux différentielles totales qui lient la fonction et ses dérivées successives. L'intégration de ce système nous donne une intégrale complète de laquelle nous cherchons à déduire ensuite l'intégrale générale.

» Ainsi, pour le second ordre à deux variables, nous associons à l'équation

$$f(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0$$

deux autres équations

$$f_1(x, y, z, p, q, r, s, t) = a_1,$$
$$f_2(x, y, z, p, q, r, s, t) = a_2,$$

telles que les valeurs de r, s, t, tirées de ces trois équations, satisfassent aux conditions

$$\frac{dr}{dy} = \frac{ds}{dx}, \quad \frac{ds}{dy} = \frac{dt}{dx}.$$

Nous intégrons ensuite le système

$$\begin{cases} dr = p\,dx + q\,dy, \\ dp = r\,dx + s\,dy, \\ dq = s\,dx + t\,dy, \end{cases}$$

ce qui nous donne une intégrale avec cinq constantes arbitraires, c'est-à-dire une intégrale complète.

» Enfin de cette intégrale complète

$$z = F(x, y, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5)$$

nous indiquons le moyen de déduire l'intégrale générale. »

PHYSIQUE. — *Sur la reproduction artificielle des phénomènes de thermo-diffusion gazeuse des feuilles, par les corps poreux et pulvérulents humides.* Note de M. A. MERGET.

(Commissaires : MM. Duchartre, Jamin, Berthelot.)

« Dans une Communication précédente, j'ai décrit les phénomènes de thermo-diffusion gazeuse propres au *Nelumbium* et j'ai montré que, produits en dehors de la sphère d'activité vitale de la plante, ils sont de simples conséquences des conditions physiques de structure et d'état du milieu naturel où l'influence excitatrice de la chaleur détermine leur apparition. Ce milieu, formé par les tissus parenchymateux du limbe, se réduit, lorsqu'on le considère physiquement, à une sorte de diaphragme poreux et humide, et ce serait de ces deux conditions de porosité et d'humidité que dériveraient pour lui les propriétés thermo-diffusives dont il est si remarquablement doué.

» Je n'ai pas à faire ressortir le rôle qui appartient à la porosité dans les phénomènes de diffusion gazeuse observés; les expériences suivantes démontrent que l'humidité intervient nécessairement dans leur production.

» Quand on expose aux radiations solaires une feuille de *Nelumbium*, dont le pétiole coupé plonge dans l'eau, elle conserve, pendant plusieurs heures de suite, souvent même pendant des journées entières, son pouvoir thermo-diffusif. Celui-ci, cependant, s'affaiblit progressivement en elle, à mesure qu'elle se dessèche, et, après qu'elle l'a perdu complétement par une dessiccation assez avancée, on peut le lui restituer, à peu près intégralement, en la ramenant à son état hygrométrique primitif.

» Des feuilles de *Nelumbium* desséchées au mois d'août 1873, et que cette dessiccation avait rendues rigides et cassantes, ont été prises en cet état cinq mois après, c'est-à-dire en janvier et février 1874, et placées alors entre deux doubles de linge mouillé qui leur ont redonné, principalement à l'état de vapeur pénétrant par les stomates, toute l'humidité qu'elles avaient perdue. Cette absorption d'humidité ayant eu pour effet de ramener leurs tissus à leur couleur, à leur turgescence et à leur souplesse primitives, elles se trouvèrent ainsi physiquement reconstituées, et, par suite de cette reconstitution de leur structure et de leur état physique, elles recouvrèrent toute l'énergie de leur activité thermo-diffusive, qu'elles manifestèrent comme à l'état frais.

» On peut, d'ailleurs, à plusieurs reprises successives, abolir et rétablir alternativement en elles cette activité, en les faisant passer par des alternatives correspondantes de sécheresse et d'humidité; et, parmi celles qui

m'ont présenté ces faits de réviviscence, il s'en est rencontré sur lesquelles j'ai pu les répéter jusqu'à des centaines de fois, avant que leur désorganisation fût assez avancée pour les mettre hors de service.

» En les rattachant à leurs conditions d'ordre purement physique, les phénomènes de thermo-diffusion gazeuse du *Nelumbium* peuvent se résumer comme il suit.

» Dans un diaphragme poreux mouillé, dont les faces sont le siége de mouvements évaporatoires inégaux, cette inégalité devient une cause de diffusion dans un seul et même gaz, primitivement au même état des deux côtés. Le courant gazeux qui s'établit alors est dirigé de la face qui évapore le plus à celle qui évapore le moins.

» Des appareils de construction très-simple, auxquels je donnerai pour abréger le nom de *thermo-diffuseurs*, peuvent être employés pour vérifier la généralité de l'énoncé précédent.

» Un récipient de forme plate, en terre poreuse cuite d'un grain assez fin, dont on remplit la cavité de fragments de la même terre et dont le col verni est muni d'un tube de dégagement, constitue un thermo-diffuseur d'un maniement très-commode.

» On réalise plus élémentairement un appareil de ce genre avec un vase poreux de pile, rempli de la même manière que plus haut, et fermé avec un bouchon portant un tube abducteur ; et plus élémentairement encore, avec une pipe dont il suffit d'obturer le fourneau.

» Ces appareils étant préalablement mouillés avec de l'eau ordinaire, si l'on fait plonger dans le même liquide les tubes de dégagement des deux premiers ou le tuyau du troisième, et qu'on les chauffe progressivement dans une étuve à air, voici ce qu'on observe.

» A des températures assez basses, et qui ont atteint la limite inférieure de 30 degrés dans quelques-unes de mes expériences, ils commencent à donner passage à l'air extérieur, dont le mouvement diffusif rentrant s'effectue avec une vitesse progressivement croissante à mesure qu'on élève davantage la température du thermo-diffuseur, et dont la pénétration dans l'intérieur de l'appareil y détermine des excès de pression qui marchent dans le même sens.

» Ainsi introduit sous pression, l'air qui a traversé la paroi poreuse vient se dégager en bulles plus ou moins nombreuses à l'extrémité plongeante du tube abducteur, et l'on ne saurait voir dans ce dégagement un effet de la détente et de la condensation de la vapeur intérieure ; car il se produit encore, et il peut même s'accélérer, soit lorsqu'on remplit le thermo-

diffuseur de chaux vive, soit lorsqu'on le chauffe à une température inférieure à 100 degrés, en faisant déboucher son tube abducteur dans un bain d'eau bouillante.

» Les résultats obtenus sont indépendants de la nature du corps poreux employé pour la construction du thermo-diffuseur, et de la nature du liquide qui le mouille, pourvu que celui-ci soit volatil; c'est ce qui ressort d'expériences faites avec le sulfure de carbone, l'éther, le chloroforme, l'alcool ordinaire et l'alcool méthylique.

» Les propriétés thermo-diffusives des corps poreux se retrouvent dans les substances pulvérulentes, quand elles ont été mouillées et suffisamment condensées par un tassement préalable. On s'en assure en les chauffant dans une cuvette à douille munie d'un tube de dégagement, et l'on peut combiner de la manière suivante leurs effets avec ceux des corps poreux solides.

» Une pipe bourrée avec de la poudre de terre de pipe, un vase poreux de pile rempli de la même poudre dans laquelle on fait simplement entrer un tube de dégagement, se comportent en tout, lorsqu'on les chauffe après humectation préalable, comme les thermo-diffuseurs précédemment décrits. On peut leur substituer un bloc d'un corps poreux mouillé, dans lequel on a pratiqué une cavité aboutissant au centre et où l'on engage un tube de verre, ouvert aux deux bouts, autour duquel on tasse une substance pulvérulente. L'air introduit par diffusion rentrante dans cette masse poreuse y afflue de tous les points de la surface à la fois, en se dirigeant vers le centre, où vient s'ouvrir le tube qui lui fournit une issue pour son dégagement.

» Le sol étant composé de substances pulvérulentes réalise, quand il est dans un état convenable de tassement et d'humidité, les conditions de milieu nécessaires et suffisantes pour la production des phénomènes de thermo-diffusion gazeuse, et, par suite, lorsqu'il est assez fortement chauffé par les radiations solaires, ses surfaces solarisées donnent accès à l'air du dehors, qui pénètre, sous pression, dans les couches sous-jacentes, à travers lesquelles il se meut en marchant des plages chaudes aux plages relativement plus froides.

» L'aération du sol, au lieu de se produire par voie de diffusion simple, résulterait d'une circulation gazeuse très-active, déterminée elle-même par l'intervention des forces thermo-diffusives; et l'on conçoit la possibilité de recueillir les courants dus à l'action de ces forces. Leur utilisation dynamique, s'il y avait lieu de l'espérer, résoudrait d'une manière très-simple le problème de la transformation directe de la chaleur solaire en travail mécanique. »

BOTANIQUE. — *De quelques faits généraux qui se dégagent de l'androgénie comparée.* Note de M. A. CHATIN.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'androgénie comparée, en fixant les vrais types floraux, jette une incontestable lumière sur les affinités des familles entre elles. Ses enseignements ne sont pas d'un moindre secours à la morphologie générale dont elle fixe, en plus d'un cas, des questions qui, sans elle, resteraient ouvertes ; elle donne lieu, enfin, à des aperçus qui ne pouvaient sortir que d'elle : c'est dans cet ordre d'idées, auquel se rattachent plusieurs de mes précédentes études, que je considère les points suivants :

» *a.* De la formation comparée dans les Monocotylédones et les Dicotylédones de l'androcée à deux verticilles ;

» *b.* Des androcées à trois (ou plus) verticilles symétriques ;

» *c.* Les étamines sont-elles toujours d'autant plus jeunes qu'elles sont plus élevées sur le réceptacle ?

I. La formation des androcées à deux verticilles donne lieu, indépendamment des constatations de fait, à des aperçus se prêtant à la formule de deux rapports généraux qui, circonstance remarquable, sont les attributs presque absolus de chacun des deux grands embranchements de végétaux phanérogames.

» Des faits généraux et contraires peuvent en effet être ainsi exprimés : dans les Dicotylédones (Caryophyllées, Crassulacées, Saxifragées, Géraniacées, Diosmées, Rutacées, Éricacées, OEnothérées, etc.), le verticille le plus interne se montre ordinairement le premier : donc l'évolution est ici centrifuge. Chez les Monocotylédones (Amaryllidées, Hypoxidées, Joncées, Liliacées, Mélanthacées, Palmiers, etc.), c'est au contraire (et plus souvent encore que le mode inverse dans les Dicotylédones) par le verticille externe que commence la formation de l'androcée, dont l'évolution est, par suite, centripète.

» Les exceptions à ces faits généraux se trouvent principalement dans les Dicotylédones, chez les Coriariées, Limnanthacées, Légumineuses, Polygonées, Élatinées et Berbérinées; dans les Monocotylédones, chez les Commélynées, Dioscorées et Hæmodoracées.

» Mais une autre différence plus absolue entre les androcées des deux embranchements est celle-ci : dans les Dicotylédones, le verticille opposé aux sépales est ordinairement le plus interne; dans les Monocotylédones, sans exception jusqu'à ce jour, la position du verticille sépalaire, qu'il naisse

le premier, ce qui est le cas ordinaire, ou le second (Commélynées) est toujours le plus externe des deux.

» Encore une opposition : le verticille qui naît le premier chez les Dicotylédones diplostémones est presque toujours celui opposé aux sépales, qu'il soit interne (Caryophyllées) ou externe (Légumineuses).

» Le verticille superposé aux pétales est au contraire le premier à paraître dans un certain nombre de groupes naturels de Monocotylédones (Commélynées, Dioscorées, Hæmodoracées, *Smilax*).

» Je ne terminerai pas ces remarques sur l'androcée diplostémone sans rappeler que la position du verticille carpellaire est commandée par cet androcée, au verticille extérieur duquel il est toujours superposé, que ce verticille soit externe (Monocotylédones, Limnanthacées, Polygonées, Elatinées), ou interne, comme dans la plupart des Dicotylédones. Le verticille externe étant dans ces dernières oppositipétale, on comprend que de Candolle ait cru pouvoir admettre comme une sorte de loi que les carpelles, quand ils existent en même nombre que les pétales, leur sont toujours opposés.

» V. Les androcées à trois et à plus de trois verticilles symétriques, ou en rapport de nombre et de position avec les parties des enveloppes florales, doivent à leur tour être considérés au point de vue organogénique.

» D'après les partisans de la méthode analogique, les androcées triplostémones existeraient dans la plupart des plantes où les étamines sont en nombre triple des sépales ou des pétales, comme dans le *Butomus*, l'*Alisma*, le *Rheum*, le *Monsonia*, le *Peganum*, le *Demmaria*, souvent le *Rhizophora*, certaines Laurinées.

» Mais l'organogénie, en montrant que la triplostémonie ne résulte le plus souvent que du développement de deux étamines là où devrait s'en trouver une seule, ce qui ne donne en réalité que deux verticilles et non trois, réduit considérablement le domaine de la triplostémonie vraie, ou à trois verticilles symétriques. C'est ainsi que le nombre des étamines n'est triple des sépales, dans le *Rheum*, l'*Eriogonum*, le *Chorizanthe* et le *Butomus*, que parce que, devant chacun de ceux-ci naît un couple d'étamines; dans le *Monsonia*, le *Decumaria*, le *Peganum* et le *Rhizophora*, que par la production de paires d'étamines, d'ailleurs unisériées comme dans le *Rheum*, etc., devant chaque pétale.

» Restent, parmi les vraies plantes triplostémones, un certain nombre de Laurinées (*Benzoin*, *Laurus*, *Ocotea*, *Sassafras*, etc.), ayant trois verticilles distincts d'étamines, lesquelles alternent régulièrement entre elles.

» C'est parmi ces mêmes Laurinées que se trouvent aussi de véritables

androcées tétraplostémones, dont les quatre verticilles se présentent successivement dans les *Cinnamomum*, *Persea*, *Apollonias*, etc., avec une parfaite régularité. Le *Camphora* a même cinq verticilles dont les deux internes avortent, fait contraire à celui présenté par l'*Acrodulidium*, qui est réduit à un verticille d'étamines fertiles par l'avortement des deux verticilles externes.

» Les androcées à trois, quatre et cinq verticilles des Laurinées nous conduisent à l'androcée dit polystémone du *Nigella*, lequel rentre en réalité dans les androcées par verticilles. Ici, en effet, on voit très-nettement se développer alternativement, mais commençant par un verticille oppositisépale, les nombreux verticilles qui se superposent sur des séries rectilignes, dont cinq répondent aux sépales et les autres aux pétales. Qu'une déviation ou déclinaison des dix séries de l'*Aquilegia* vienne à se produire, et l'on passera ainsi aux androcées polystémones dits en spirale. C'est ainsi que les feuilles alternes, en réalité rectisériées, passent à diverses spires par déclinaisons de leurs séries.

» VI. Les androcées polystémones spiralés, tels qu'on les observe dans les Renonculacées, Nymphæacées, Magnoliacées, se rattachent, on vient de le voir, aux androcées en verticilles par l'*Aquilegia*. Le verticille apparaît d'ailleurs dans quelques fleurs dont un petit nombre seulement d'étamines se transforment en pétales; alors, en effet, on voit souvent que les premières de celles-ci, subissant la transformation, sont, par rapport aux sépales, dans la position symétrique des étamines d'un androcée isostémone ou diplostémone. Les espèces polystémones présentent, comme les espèces diplostémones, les deux ordres de formation centripète et centrifuge. La première se montre dans les Nymphæacées, Renonculacées, Magnoliacées, Œnonacées, dans le *Papaver* et le *Ricinus;* la production des étamines s'opère, au contraire, suivant l'ordre centrifuge, dans les Dilléniacées, Hypéricinées, Ternstrœmiacées, Cistacées, Liliacées, dans le *Capparis* et l'*Euphorbia*. Les Monocotylédones, qui ne comptent que peu d'espèces polystémones, présentent l'évolution centrifuge dans le *Stratiotes* et le *Limnocharis,* l'évolution centripète dans le *Sagittaria*.

» On remarquera que les Dicotylédones et les Monocotylédones, qui diffèrent si profondément, quant à l'ordre de naissance, des androcées diplostémones, en général centrifuges dans les premières et centripètes chez les secondes, ne présentent plus la même opposition, quant à celles qui sont polystémones, les deux modes de formation étant presque également répartis dans ces deux grands embranchements (1).

---

(1) A l'occasion des deux grands modes, centripète et centrifuge, de production des éta-

» VII. Dans un androcée verticillé, les étamines sont-elles d'autant plus jeunes qu'elles sont plus rapprochées de l'axe floral? Cette question est ainsi résolue d'une façon absolue par l'auteur du *Traité d'Organogénie :*

« Toutes les fois que dans une fleur régulière les étamines sont par verticilles, les verticilles sont d'autant plus jeunes qu'ils sont théoriquement plus élevés sur le réceptacle, et dans chaque verticille les étamines paraissent toutes en même temps. » (PAYER, *Traité d'Organogénie,* p. 716.)

» J'ai rapporté la phrase entière, bien qu'elle renferme deux propositions distinctes et relatives, l'une à la naissance prétendue toujours simultanée des étamines d'un même verticille dans toute fleur régulière et contre laquelle s'élève, avec beaucoup d'autres, la fleur du *Parnassia,* dont les étamines fertiles paraissent en trois fois; l'autre, ici la principale, affirmant que les verticilles les plus jeunes sont les plus élevés sur le réceptacle. Cette dernière doit seule m'occuper.

» Comme en ce qui concerne le développement simultané des étamines d'un verticille donné, la proposition de Payer, relative à la place qu'occupent sur le réceptacle les jeunes étamines, va bien au delà de la réalité.

» Des exceptions à la loi formulée se présentent, quoique assez peu nombreuses, parmi les Monocotylédones, où les Commélynées, les Dioscorées, les Hæmodoracées, le *Smilax* commencent l'évolution de leur androcée diplostémone par le verticille oppositipétale, lequel est le plus interne ou le plus élevé sur le réceptacle. Payer avait bien vu que dans le *Tradescantia* les étamines opposées aux pétales naissent les premières, mais il n'avait pas reconnu qu'elles constituent le verticille interne.

» Quant aux Dicotylédones, les exceptions qu'elles présentent à la loi sont nombreuses; le mieux est de renverser la proposition et de dire : « Toutes les fois que dans une fleur régulière les étamines sont par verticilles, » ceux-ci sont d'autant plus âgés qu'ils sont plus élevés sur le réceptacle ». Rentrent alors, en effet, dans la proposition, les Caryophyllées, Crassulacées, Éricacées, Géraniacées, OEnothérées, Saxifragées, en un mot, toutes les Dicotylédones diplostémones, moins quelques familles (Limnanthacées, Papillonacées, Élatinées), dans lesquelles le verticille staminal opposé aux sépales est externe comme dans les Monocotylédones. Les autres Dicotylédones diplostémones rentrant dans la proposition formulée par l'auteur du *Traité d'Organogénie* sont ainsi précisément celles dont il avait, en général, méconnu la position des verticilles. »

---

mines, je noterai que l'ordre de naissance *mediifuge,* si commun pour les ovules, n'a pas encore été observé dans les androcées. J'ai toutefois vu, dans quelques Renonculacées, le développement médiifuge des étamines se manifester consécutivement à sa naissance.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la disposition des faisceaux fibro-vasculaires dans les feuilles.* Note de M. J.-L. DE LANESSAN, présentée par M. P. Duchartre.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Voulant établir entre les organes axiles et les organes appendiculaires une délimitation absolue, M. Van Tieghem a formulé cette proposition que, « dans toute la série des végétaux vasculaires, la feuille n'a ses faisceaux » disposés et orientés symétriquement que par rapport au plan qui con- » tient l'axe de symétrie de la tige et le rayon d'insertion (1) »; au contraire, le caractère différentiel des axes « tant végétatifs que floraux » serait « d'avoir, à tout âge, leurs faisceaux semblablement orientés et rangés » symétriquement en cercle (2) ». Grâce à ces caractères considérés par lui comme tout à fait constants, M. Van Tieghem croit pouvoir toujours reconnaître la nature soit axile, soit appendiculaire, « *sur un fragment* » *minime et isolé d'un organe douteux quelconque* (3) », et, sans chercher à baser une loi si formelle sur un nombre suffisant de faits précis, il s'en est servi, comme d'un critérium, pour résoudre un certain nombre de questions depuis longtemps agitées par les botanistes, comme la nature morphologique du pistil, l'organisation florale des Conifères, etc. Ces propositions ont été déjà combattues par M. Trécul, principalement en ce qui concerne la tige. Ce savant botaniste a de plus cité, comme exemples de feuilles rebelles à la loi posée par M. Van Tieghem, celles de l'*Allium Cepa* et des Araliacées. Beaucoup de faits analogues s'étant présentés à moi, je crois utile d'en signaler quelques-uns à l'attention des botanistes. Je les prendrai uniquement parmi les Dicotylédones et dans des familles différentes :

» 1° Le pétiole principal d'une feuille de *Nandina domestica*, coupé transversalement près de son insertion, offre un certain nombre de faisceaux triangulaires, à sommet dirigé vers l'axe, disposés régulièrement suivant une ligne courbée en arc; plus haut ils sont disposés, autour d'un parenchyme central, suivant un cercle d'autant plus régulier que le pétiole est plus cylindrique; ils sont d'inégale grandeur, un petit alternant avec un

(1) *Annales des Sciences naturelles;* 5e série, t. XIII, p. 13.

(2) *Annales des Sciences naturelles;* 5e série, t. IX, p. 129.

(3) *Annales des Sciences naturelles;* 5e série, t. IX, p. 13.

grand, et sont tous séparés les uns des autres par des bandes de tissu parenchymateux; leur disposition en ces points est, on le voit, exactement celle qui est assignée aux axes par M. Van Tieghem. Il en est de même dans les pétioles secondaires; mais les pétiolules des folioles nous offrent, de nouveau, la disposition en arc qui existait dans le voisinage du point d'insertion de l'axe principal. Ainsi la même feuille, suivant les hauteurs à laquelle on la coupe, offre soit la structure axile, soit la structure appendiculaire.

» 2° Le pétiole de l'*Euphoria longana* offre, près de son insertion, des faisceaux disposés à peu près sans ordre au milieu du parenchyme; plus haut leur symétrie est assez nettement bilatérale; vers le milieu de la longueur du pétiole, on trouve deux ordres de faisceaux, les uns formant un cercle très-régulier autour d'une moelle centrale, les autres tantôt épars, tantôt agrégés de diverses façons, au milieu de cette moelle; enfin, dans les pétioles secondaires, ils sont toujours disposés suivant une ligne labyrinthiforme, dans laquelle il est impossible de reconnaître aucune symétrie, soit par rapport à un plan, soit par rapport à un axe.

» 3° Le pétiole de l'*Anamirta Cocculus* offre, suivant la hauteur à laquelle on le coupe, soit la disposition circulaire, soit la disposition en arc.

» 4° Dans le pétiole principal du *Cupania*, les faisceaux fibro-vasculaires forment un cercle très-régulier autour d'une moelle centrale, comme dans une tige ligneuse, mais les pétioles secondaires offrent une symétrie bilatérale très-marquée.

» 5° Le *Roupala corcovadensis* offre une disposition très-analogue.

» 6° Les feuilles des Bignoniacées sont généralement fort instructives à cet égard. Lorsque leur pétiole se transforme en vrille, on observe dans la partie restée normale une structure appendiculaire assez manifeste, tandis que, dans la portion qui forme la vrille et qui n'est que le prolongement de la première, les faisceaux sont rangés régulièrement en cercle. Dans la vrille ligneuse du *Paragonia pyramidata*, il existe une zone très-épaisse et très-dure de bois disposée en cercle parfait autour d'une moelle centrale qui se relie à l'écorce par de minces rayons médullaires. Il n'est pas de tige dont les faisceaux fibro-vasculaires soient plus régulièrement symétriques par rapport à un axe central que ne le sont ceux de ce pétiole.

» 7° Les feuilles des *Begonia* sont également fort intéressantes. Leurs faisceaux fibro-vasculaires sont tantôt dispersés sans aucune symétrie

au milieu d'un parenchyme comme ceux des Monocotylédones (*Begonia peltata*, etc.), tantôt disposés circulairement en dedans de l'écorce et séparés les uns des autres par de larges rayons parenchymateux. Dans un *Begonia* indien et dans le *B. incarnata,* où les faisceaux affectent cette disposition, il est impossible, sur la coupe transversale d'un rameau et d'une feuille du même pied, de distinguer l'axe de l'appendice.

» 8° Il est également impossible de distinguer, sur une coupe transversale et à l'aide de la disposition des faisceaux, la feuille du rameau dans le *Pterospermum acerifolium*.

» 9° Dans la feuille du *Geranium anemonefolium*, la disposition des faisceaux est régulièrement circulaire autour d'une moelle centrale et semblable à celle que j'ai signalée dans certains Bégonias.

» Ces faits, joints à ceux qui ont été présentés à l'Académie des Sciences par M. Trécul et à ceux qui ont été signalés par M. Dutailly à propos des pédoncules floraux des Graminées (1), me paraissent de nature à montrer ce qu'on doit penser des lois formulées par M. Van Tieghem. Nous avons vu, en effet, des pétioles à structure tantôt axile, tantôt appendiculaire, tantôt tout à fait asymétrique, suivant la hauteur à laquelle on les coupe; nous en avons vu d'autres tellement semblables à la tige qui les porte qu'on ne peut pas les en distinguer. On m'objectera peut-être la symétrie bilatérale des feuilles au niveau de leur insertion, mais, outre que cette disposition n'existe pas toujours, M. Trécul a montré que les rameaux ont souvent leurs faisceaux disposés en arc au niveau de leur origine. Beaucoup d'axes offrent également la disposition en arc de leurs faisceaux fibro-vasculaires au-dessus de l'insertion de chaque feuille et de chaque rameau. Je me bornerai à citer, comme exemples de cette structure, la tige du *Mahonia ilicifolia* et celle des *Berberis*.

» Est-il possible, en face de ces faits, de dire qu'on peut toujours reconnaître la nature axile ou appendiculaire « sur un fragment minime et isolé » d'un organe douteux quelconque? »

» Pour moi, les faits nombreux que j'ai observés et dont je n'ai pu donner ici qu'un résumé succinct m'amènent à conclure, après M. Trécul, « qu'il est impossible d'établir des limites entre la tige et la » feuille, entre l'axe et l'appendice, et que les branches d'une tige, les

(1) *Adansonia*, t. XI.

» feuilles et les diverses parties de la fleur ne sont que des formes par-
» ticulières de la ramification, destinées à remplir des fonctions diffé-
» rentes (1). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur une méthode d'agrandissement photographique pour les observations astronomiques.* Note de M. **Ch. Zenger**, présentée par M. Faye. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« Je remplace l'emploi des lentilles, pour obtenir l'image du Soleil, par celui d'un miroir à long foyer, de manière à obtenir des images de 25 à 50 millimètres de diamètre; l'aberration sphérique est tout à fait insignifiante, et l'on n'a pas à se préoccuper du foyer des rayons chimiques. On peut ensuite corriger la faible aberration sphérique par une méthode nouvelle, applicable à tous les procédés photographiques.

» J'ai observé, en 1872, en contemplant de belles photographies de Rutherfurd de New-York, avec une lunette de Galilée, qu'on voit, avec un grossissement de huit à dix fois, des images très-nettes, dans lesquelles on distingue de petits cratères qui ne sont visibles ni à l'œil nu, ni à l'aide d'une lentille, parce que les inégalités de la surface du papier nuisent à la netteté des images, ce qu'on évite avec la lunette, en se plaçant de 1 à 3 mètres de distance. J'en ai conclu qu'il y a correction d'aberration, par la combinaison de la lentille positive et de la lentille négative oculaire.

» Supposons que nous ayons photographié le Soleil ou la Lune à l'aide d'une lunette astronomique, dont le reste d'aberration soit $+\lambda$, et que nous fassions usage d'un autre système optique, dont l'aberration totale soit $-\lambda'$, enfin que le grossissement produit par ce système soit m; alors le reste d'aberration de l'image, produit par ces deux systèmes optiques, serait

$$L = \lambda - m^2\lambda';$$

on peut alors produire des images avec une aberration nulle, si $\lambda = m^2\lambda'$, ou avec une aberration négative, si $m^2\lambda' > \lambda$.

» On peut alors photographier cette image avec une aberration négative, en employant un miroir concave ou une lentille aplanétique, donnant la même aberration $L = \lambda - m^2\lambda_1$, mais positive.

» C'est par cette méthode de grossissements successifs des images photo-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 649; 1872.

graphiques de la Lune et du Soleil que j'ai pu atteindre la largeur de 110 pouces anglais. Pour la Lune, c'est un grossissement de 2400 fois; on voit alors des cratères, des crevasses et d'autres détails invisibles dans l'original, apparaître très-nettement dans les photographies grossies.

» L'application de mon procédé de correction photographique pour le passage de Vénus est fort simple.

» Il est très-probable que l'irradiation et l'inflexion, au moment du contact, vont détruire la délicatesse des mesures optiques et photographiques; mais si l'on peut faire des photographies de la planète se mouvant sur le disque du Soleil, trois ou quatre fois avant et après le passage de Vénus par un certain méridien du Soleil, on peut fixer le moment du passage de Vénus, pour chaque observateur, par le point h où le méridien passant par le milieu du disque coupe la trace de Vénus sur le disque, avec une précision qu'atteindrait difficilement l'observation directe par la lunette. En grossissant, après le passage, les six ou huit photographies de la planète sur le disque du Soleil, ainsi obtenues, jusqu'à 100 ou 200 pouces de diamètre, par le procédé de correction, on obtiendra des images correspondantes pour les deux stations, dont chacune représenterait la position de la planète sur le disque peu de temps avant et après son passage par le point h; avec une image de 100 secondes de diamètre, on aurait une précision sur la position correspondant à $\frac{0,017}{2}p$, p étant la longueur du foyer du miroir, soit de 100 pouces; l'image aurait 0,85 pouces de diamètre, le diamètre apparent de la Lune étant de près de $\frac{1}{2}$ degré; une minute correspondant à peu près à $0'',014$ dans l'image, en grossissant à 100 secondes, on obtient

$$117 \times 0,014 = 1'',64,$$

qui équivaut à une minute. A l'aide de micromètres, on peut aisément mesurer $\frac{1}{1000}$ de pouce, ce qui équivaut à $\frac{1}{27}$ de seconde. En grossissant à 200 secondes, on aurait même une précision de $\frac{1}{54}$ de seconde de position, et la série de trois observations réduira encore les limites d'erreur; en admettant que la limite de mesure par un micromètre est de $\frac{1}{10000}$ de seconde, on aurait même l'avantage de réduire la limite à $\frac{1}{270}$ de seconde, ou $\frac{1}{540}$ de seconde.

» Ce procédé que je propose consiste donc dans les points suivants :

» 1° Observation du passage de Vénus par un point donné du disque du Soleil, au lieu de l'observation du contact avec les bords.

» 2° Remplacement de l'observation directe, par la photographie, au moyen d'un miroir sphérique à long foyer, pour obtenir des images peu affectées par l'aberration sphérique dont la grandeur et le signe sont bien connus.

» 3° Enfin grossissement des images ainsi obtenues, par mon procédé corrigeant les aberrations de la photographie originale, jusqu'à donner une précision de 0,01 à 0,005 de seconde en position.

» On pourrait peut-être, par le même procédé, profiter du passage de Mercure qui a lieu beaucoup plus souvent; la précision de cette méthode graphique permettrait peut-être alors de mieux déterminer la parallaxe du Soleil qu'on n'a pu le faire jusqu'ici. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un sifflet électro-automoteur pour les locomotives.* Note de MM. LARTIGUE et FOREST, présentée par M. le général Morin.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Le sifflet électro-automoteur des locomotives a pour but d'ajouter un signal acoustique au signal à vue dont on se sert pour commander l'arrêt aux mécaniciens et qui parfois est insuffisant.

» Il se compose d'un sifflet à vapeur dont la soupape est manœuvrée par un levier, sous l'action d'un ressort. En temps ordinaire, le levier est maintenu soulevé par un électro-aimant du système Hughes, et la soupape est fermée. Au passage dans les bobines d'un courant de sens déterminé, l'électro-aimant abandonne le levier et le sifflet fonctionne.

» L'appareil fixé sur la locomotive est relié, par un fil isolé, à une brosse métallique placée en arrière du foyer, de façon que les brins dépassent de quelques centimètres les pièces les plus basses du mécanisme. En avant et à une distance quelconque du signal à vue, est posée sur la voie une pièce de bois garnie d'une plaque métallique qui, lorsque ce signal est tourné à la position d'arrêt, se trouve en relation avec une source d'électricité. Au passage de la brosse sur la plaque, le courant s'établit dans le sifflet, qui fonctionne aussitôt. Le mécanicien en arrête l'action au moyen d'une manette qui remet le levier au contact de l'aimant.

» Le système a été mis en expérience au chemin de fer du Nord en mai 1872. Ces essais ont été continués pendant huit mois consécutifs, à des vitesses qui ont souvent dépassé 110 kilomètres à l'heure, et pas une seule fois l'appareil n'a été en défaut. La Compagnie, au commencement de 1873, en a prescrit une première application à toutes les machines de grande vitesse,

au nombre de quarante-cinq, faisant le service entre Paris, Amiens et Tergnier. Tous les disques pour signaux à vue, au nombre de soixante, sur les sections entre ces trois gares, sont pourvus, à 100 mètres environ en avant, du contact fixe.

» Le sifflet électro-automoteur a également été déjà utilisé dans les ateliers, dans les mines, etc., partout où, disposant d'un générateur de vapeur, on a besoin de faire donner un signal énergique, soit d'une manière facultative, soit automatiquement, pour indiquer par exemple la tension trop considérable d'un gaz, le plein ou le vide d'un réservoir, une température trop basse ou trop élevée, etc. »

M. G. Sire adresse une Note concernant un nouveau mode de démonstration expérimentale du principe d'Archimède.

L'auteur s'est proposé de généraliser la vérification expérimentale usitée dans les cours, en la modifiant de manière à opérer sur un corps de forme quelconque, plus dense que l'eau ou moins dense que l'eau. La Note est accompagnée de deux figures, représentant la disposition à laquelle il s'est arrêté, laquelle n'exige que l'emploi d'une balance de Roberval, d'une sensibilité médiocre.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains.)

M. J. Fries adresse une Note concernant l'efficacité de l'eau ammoniacale obtenue par l'épuration du gaz de la houille, pour détruire les insectes attaquant les végétaux.

« En 1852, dit l'auteur, j'avais loué à Münster (en Alsace) un jardin potager à peu près inculte et, en tout cas, très-négligé depuis nombre d'années, de sorte que tout ce que j'y avais planté la première année a été dévoré et anéanti par des myriades d'insectes de toute espèce.

» L'idée m'est alors venue de faire arroser abondamment, en automne, tout le sol, avec de l'eau ammoniacale provenant du gaz de houille, étendue de son volume d'eau et fortement chargée de goudron. L'effet en fut instantané et foudroyant : ceux des insectes qui en avaient la force sortaient de terre comme lancés par des ressorts, et mouraient immédiatement; aussi, les années suivantes, mes plantations ont-elles parfaitement réussi et les arbres fruitiers ont-ils pris une nouvelle vigueur, tant par suite de la destruction des insectes, que parce que les eaux ammoniacales constituent un puissant engrais. Ce résultat permet d'espérer que ce moyen détruirait peut-être aussi le Phylloxera. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. de Saint-Cricq Casaux adresse une Note relative aux meilleurs procédés d'élevage des vers à soie.

L'auteur rappelle la difficulté des élevages portant sur un grand nombre de vers, et les inconvénients bien connus de l'accumulation ; il attribue le succès des petites éducations à la ventilation qui est généralement suffisante. Pour obtenir les mêmes résultats dans des éducations plus considérables, il indique la disposition qu'il conviendrait de donner à des hangars étroits et longs, dirigés du nord au sud, et présentant des ouvertures convenablement placées, pour obtenir, avec une ventilation rationnelle, les mêmes résultats que dans les éducations en petit.

(Commissaires : MM. de Quatrefages, Pasteur.)

M. Codron adresse une Lettre concernant divers Mémoires qu'il a déjà soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Gagnage adresse une Note concernant l'utilisation des eaux d'égout, pour l'agriculture.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Gilbert adresse un Mémoire relatif à diverses questions de Chimie organique.

(Commissaires : MM. Chevreul, Wurtz, Berthelot.)

CORRESPONDANCE.

GÉODÉSIE. — *Sur l'emploi des signaux lumineux dans les opérations géodésiques.* Lettre de M. Laussedat à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans le Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner les *travaux géodésiques relatifs à la nouvelle méridienne de France*, vous avez rappelé les avantages et les inconvénients que présentaient les signaux de nuit et vous avez constaté que l'usage de ces signaux n'avait été consacré dans aucun pays de l'Europe.

» Faut-il conclure de là que l'on doive renoncer définitivement aux observations de nuit, ou bien seulement que les procédés d'illumination essayés jusqu'à présent n'étaient pas parfaitement appropriés à leur desti-

nation? C'est à cette dernière interprétation que je vous demande la permission de m'arrêter.

» Les signaux lumineux qui ont été employés tour à tour en France, en Espagne, en Angleterre, dans l'Inde, etc., consistaient en réverbères, c'est-à-dire en lampes à huile à double courant d'air avec réflecteurs paraboliques, en feux de Bengale ou enfin en feux de poudre (ces derniers pour la détermination des longitudes, avant l'invention du télégraphe électrique). Les réverbères présentaient l'inconvénient de ne pouvoir pas toujours être dirigés commodément et sûrement vers la station d'où ils devaient être observés; ils étaient visibles des localités voisines et pouvaient, dans certaines circonstances, effrayer les populations et, par contrecoup, inquiéter les observateurs eux-mêmes; enfin leur entretien et leur surveillance exigeaient des soins particuliers qui en rendaient l'emploi coûteux. Les feux de Bengale employés par les Anglais avaient un grand éclat et envoyaient leur lumière dans toutes les directions; mais ils avaient une trop faible durée et, encore plus que les réverbères, ils pouvaient alarmer les populations. Les feux de poudre, destinés à produire des signaux instantanés, étaient dans le même cas et n'avaient d'ailleurs qu'un objet restreint; ils ne servaient pas à la mesure directe des angles, et j'aurais pu me dispenser de les mentionner, si les signaux que nous employons dans les expériences de télégraphie optique, poursuivies depuis l'époque du siége de Paris par les Allemands, ne me semblaient pas pouvoir répondre à tous les besoins de la Géodésie, la détermination des différences de longitude comprise, sans le secours de la télégraphie électrique (entre des stations peu éloignées, bien entendu).

» Le principe de ces signaux, que nous devons à M. Maurat, et la description de nos premiers appareils se trouvaient dans le pli cacheté ouvert, à ma demande, le 7 juillet 1873; mais il n'est peut-être pas inutile d'y revenir en quelques mots.

» Supposons une lunette dirigée d'une première station que nous occupons sur une seconde vers laquelle nous voulons envoyer de la lumière; plaçons au foyer de cette lunette un diaphragme d'une très-petite ouverture, telle que le champ de vision ne comprenne que l'édifice (tour, clocher, baraque) dans lequel est installé l'observateur qui doit percevoir nos signaux.

» Enlevons l'oculaire de notre lunette, en laissant le diaphragme, et, en arrière de ce diaphragme, sur l'axe de la lunette, disposons d'abord un verre convergent, puis une source lumineuse dont l'image conjuguée,

produite par le verre convergent, tombe précisément sur l'ouverture de ce diaphragme.

» Le faisceau lumineux transmis alors à travers la lunette ira tomber sur l'édifice compris dans le champ de vision que nous avons défini, et ne s'en écartera pas; en un mot, la lumière du signal est invisible pour tous ceux qui sont hors de ce champ.

» L'observateur éloigné recevra, au contraire, en plein ce faisceau; l'éclat de la lumière qui lui parviendra ne dépendra que de l'éclat intrinsèque de la source lumineuse et de l'état de l'atmosphère; mais, malgré la réduction de l'ouverture du diaphragme, il n'en verra pas moins l'objectif de la lunette d'émission illuminé sur toute sa surface, et plus le diamètre de cet objectif sera grand, plus les signaux seront perceptibles aux grandes distances.

» Je ne crois pas qu'il soit nécessaire d'insister sur les détails de nos appareils; il est facile de concevoir que leur installation se fera partout où l'on peut installer des instruments de Géodésie. Quant au mode d'éclairage, il est on ne peut plus simple *pendant la nuit*, pour des distances déjà assez grandes : ainsi, à moins que le temps ne soit brumeux, une simple lampe à pétrole suffit pour donner des signaux visibles *à l'œil nu*, à 36 kilomètres. Ces signaux seraient même certainement perceptibles à de bien plus grandes distances, à l'aide des lunettes des théodolites ordinaires. Enfin, la Commission de télégraphie optique a aussi essayé d'autres sources d'un éclat supérieur et d'une constance remarquable, dont la lumière transmise atteindrait, je suis fondé à le croire, aux plus grandes distances géodésiques, à 100 kilomètres et plus, s'il était nécessaire.

» Les comparaisons fréquentes que nous avons été à même de faire pendant nos expériences de télégraphie optique, entre les signaux de nuit que je viens de décrire et les signaux de jour, ne laissent aucun doute sur la supériorité des pointés que l'on peut faire sur les premiers. Les signaux héliotropiques eux-mêmes dont nous faisons également usage sont bien rarement calmes, et nous avons vu se produire incessamment les phénomènes de sautillement et de dilatation de l'image du Soleil dont parle le général Bäyer dans son ouvrage sur le *Nivellement entre Swinemünde et Berlin* (1).

---

(1) Ce sautillement se produit surtout au milieu de la journée; dans les pays de plaines, on le constate également le soir et le matin. Bäyer estime à 30 ou 40 secondes sexagésimales le diamètre apparent du disque qui représente l'image du Soleil, dans ses plus grandes

» Au contraire, nos signaux de nuit sont presque toujours parfaitement tranquilles et uniformes, et je ne doute pas qu'en les employant on ne parvienne à la fois à économiser beaucoup de temps et à accroître la précision des mesures. Je n'ai pas besoin d'ajouter que les appareils dont je propose l'emploi permettraient aux observateurs d'entretenir une correspondance bien plus continue et moins rudimentaire que celle dont ils ont fait usage jusqu'à ce jour, en interceptant un certain nombre de fois de suite les rayons solaires. Enfin les signaux instantanés, si faciles à produire, à l'aide de nos manipulateurs, pourraient concourir, comme je l'ai déjà dit, à la détermination des longitudes, en l'absence du télégraphe électrique. »

PHYSIQUE. — *L'analyse d'un cohibent armé et clos démontre que l'influence électrique ne traverse pas les masses conductrices.* Note de M. **P. Volpicelli.**

« Désignons par m l'*armature* intérieure et par n l'armature extérieure du cohibent; l'une et l'autre closes, isolées et séparées par une couche d'air : ces armatures sont métalliques dans tout leur volume.

» On doit considérer ici trois couches électriques : la première, inductrice, sur l'armature m; la seconde, induite de première espèce, sur la surface intérieure de l'armature n; et la troisième, induite de seconde espèce, sur la surface extérieure de cette même armature. Pour plus de simplicité, nous nous débarrasserons de celle-ci, en la dispersant dans le sol.

» Sur un point quelconque P de l'armature n, l'action complexe des deux couches électriques, l'une inductrice de masse $+\mu$, l'autre induite de masse $-\mu$, devra être nulle sur le même point. Cet anéantissement est une conséquence du principe bien connu et introduit la première fois par Poisson (1), comme nécessaire et suffisant à l'équilibre de l'électricité sur le conducteur.

» Avant de soumettre ce fait au calcul, nous devons poser en principe que *toujours* l'électricité inductrice surpasse en quantité l'induite correspondante. C'est pour cela que nous aurons toujours arithmétiquement $(i_1)\ldots \mu > \mu'$.

» Plusieurs physiciens ont au contraire posé, pour le cas actuel, l'éga-

dilatations. Dans les moments de calme, ce disque a encore de 10 à 15 secondes; dans les grands troubles, l'image s'éparpille et disparaît même complétement.

(1) *Mémoire de l'Institut impérial de France*, année 1811, p. 3 et 7.

lité $(i_2) \ldots \mu = \mu'$; mais l'expérience, faite avec deux hémisphères métalliques, isolés et renfermant une boule métallique, également isolée, démontre l'inégalité (i_1), laquelle fut admise dans les formules relatives au condensateur, données d'abord par Æpinus (1), puis par Biot (2). En effet, la surface extérieure des hémisphères étant mise un instant en communication avec le sol, pour lui enlever l'électricité de même nom que l'inductrice, si l'on met ensuite la boule en contact avec la surface intérieure de deux hémisphères clos, et si enfin l'on porte aussitôt la boule sur le bouton d'un électroscope à piles sèches, celui-ci manifestera un résidu de l'inductrice, ce qui confirme l'inégalité (i_1).

» J'arrive maintenant au calcul. Rapportons le système à trois axes rectangulaires, et faisons passer l'axe des x par le point P indiqué, α étant la distance à l'origine des coordonnées. Si l'on prend un autre point (x, y, z) de la couche inductrice distribuée sur la surface de l'armature m, la composante parallèle à l'axe des x de l'action électrique entre ces deux points sera exprimée par

$$\frac{\delta(\alpha - x)\,dx\,dy\,dz}{[(\alpha - x)^2 + y^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}},$$

où δ représente la densité en un point quelconque de la couche électrique. Nous supposons cette densité constante, mais nous considérons comme variable l'épaisseur de la couche électrique, selon les différences de courbure de la surface conductrice sur laquelle elle se trouve équilibrée. La résultante X des actions élémentaires et parallèles aux x sur le point P sera

$$X = \delta \int\!\!\int\!\!\int \frac{(\alpha - x)\,dx\,dy\,dz}{[(\alpha - x)^2 + y^2 + z^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

Pareillement, pour un autre point (x_1, y_1, z_1) de la couche induite distribuée sur la surface intérieure de l'armature n, la résultante X_1 des actions élémentaires, parallèles aux abscisses sur le même point P, sera exprimée par

$$X_1 = -\delta \int\!\!\int\!\!\int \frac{(\alpha - x_1)\,dx_1\,dy_1\,dz_1}{[(\alpha - x_1)^2 + y_1^2 + z_1^2]^{\frac{3}{2}}};$$

mais, d'après le principe de Poisson, que nous avons indiqué au commen-

---

(1) *Tentamen theoriæ electricitatis et magnetismi*. Petropoli, 1759, p. 58, liv. 19.

(2) *Traité de Physique expérimentale*. Paris, 1816, p. 365.

cement, on devra avoir

$$X + X_1 = 0,$$

et en développant selon les puissances de $\frac{1}{\alpha}$ les valeurs trouvées pour X et X_1, la somme de ces développements devra être nulle. On aura

$$(i_3)\ldots \left(\iiint dx\,dy\,dz - \iiint dx_1\,dy_1\,dz_1\right)\frac{1}{\alpha^2}$$
$$+ 2\left(\iiint x\,dx\,dy\,dz - \iiint x_1\,dx_1\,dy_1\,dz_1\right)\frac{1}{\alpha^3}$$
$$+ \frac{3}{2}\Big[\iiint(2x^2 - y^2 - z^2)\,dx\,dy\,dz$$
$$- \iiint(2x_1 - y_1^2 - z_1^2)\,dx_1\,dy_1\,dz_1\Big]\frac{1}{\alpha^4} + \ldots = 0.$$

On aura autant de ces équations qu'il y aura de points considérés dans l'armature n et placés sur une sphère de rayon α, et chacune d'elles devra conduire aux conséquences que nous allons déduire de la relation (i_3), qui doit être nulle dans tous les cas. Cette équation, dans laquelle α est constante, peut être vérifiée de quatre manières différentes, dont une seule appartient à la nature de la recherche actuelle, et d'abord l'équation (i_3) pourrait être vérifiée par l'anéantissement de tous ses coefficients binômes; mais cela nous conduirait à l'équation

$$\delta\iiint dx\,dy\,dz = \delta\iiint dx_1\,dy_1\,dz_1,$$

laquelle est contredite par l'expérience indiquée plus haut, qui nous apprend que la relation (i_1) est la véritable, et non pas la relation (i_2). Secondement, la relation (i_3) pourrait être vérifiée par l'égalité de son premier terme et de la somme de tous les autres; mais cela encore est inadmissible, attendu que ce premier terme est positif et constant, puisqu'il représente la différence des masses électriques, l'une inductrice, l'autre induite, tandis que la somme de tous les autres termes varie d'un point P à l'autre, même quand α reste constant. En troisième lieu, on pourrait vérifier la relation (i_3) en supposant

$$\delta\iiint dx\,dy\,dz = 0 \quad \text{et} \quad \delta\iiint dx_1\,dy_1\,dz_1 = 0;$$

mais cela conduirait à l'anéantissement des masses électriques. En quatrième lieu, la relation (i_3) peut être vérifiée par $\alpha = \infty$, et c'est la seule

solution qui appartienne à notre recherche; alors nous avons aussi

$$X = 0 \quad \text{et} \quad X_1 = 0.$$

» Donc le calcul montre que les effets, tant de l'inductrice X, que de l'induite X_1, sont, sur un point P, les mêmes que si ce point se trouvait à une distance infinie du cohibent armé. Cela signifie que, des mêmes actions, chacune est nulle sur ce point; mais pour que l'effet électrostatique, savoir l'action X de l'inductrice, soit nul sur un point séparé d'elle par une surface métallique, il faut, ou bien admettre que l'inductrice, qui peut être aussi bien positive que négative, n'a pas de tension, ou bien admettre que son influence ne peut pas traverser les masses conductrices. Or, nous savons que l'inductrice possède toujours une tension : on en doit donc conclure que l'influence électrique ne peut pas traverser les masses conductrices.

» Cette conséquence fut reconnue vraie, pour la première fois, par les académiciens du *Cimento* (1) et ensuite par l'illustre Faraday (2). Du reste, si l'on réfléchit que l'induite de première espèce, comme je l'ai déjà démontré de plusieurs manières, ne possède pas de tension, on sera conduit à admettre, sans avoir besoin de recourir au calcul, et par la seule expérience, que l'induction électrostatique ou l'influence électrique ne peut pas traverser les masses conductrices. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le mouvement de l'air dans les tuyaux.* Note de M. **Ch. Bontemps**, présentée par M. Desains.

« Lorsqu'une conduite d'air débite à l'état de *régime*, on peut se demander comment varient les diverses pressions observées avec le manomètre, lorsqu'on *chauffe* un des points. Nous citerons une expérience qui permet de formuler la proposition suivante : *De part et d'autre du point chauffé*, la modification *dans les pressions est inverse; devant le point chauffé la pression augmente, derrière ce point elle baisse.*

» *Corollaire.* — Si l'on chauffe également deux points, la pression au milieu de l'intervalle n'est pas modifiée.

» L'expérience se fait ainsi : on divise un courant en deux branches égales; le milieu de chaque branche est en relation avec un côté d'un ma-

(1) *Saggi di naturali sperienze.* Firenze, 1667, p. 232.

(2) *Archives des Sciences physiques et naturelles.* Genève, 1856, t. XXXI, p. 65, liv. 17.

nomètre différentiel très-sensible, qui peut accuser des différences de pression égales à $\frac{1}{50}$ de millimètre d'eau. Si l'on chauffe un point de l'une des branches, on voit disparaître l'égalité initiale des pressions dans le manomètre différentiel : le sens de la déviation est conforme à l'énoncé ci-dessus. Lorsqu'on chauffe également deux points de la même branche, également distants du point d'attache de la communication avec le manomètre, on rétablit l'équilibre.

» Nous nous bornerons aujourd'hui à indiquer ce résultat, en faisant remarquer l'analogie de l'expérience avec celle qui consiste à introduire une *force électromotrice* dans un circuit galvanique; la modification apportée à la distribution des tensions électriques, conséquence de la loi de Ohm, est de même nature que le changement des pressions dans le courant d'air.

» Nous indiquerons prochainement d'autres expériences montrant que l'analogie des deux phénomènes est plus profonde, et que les méthodes de mesure du courant électrique s'appliquent à la détermination de l'*intensité* (quantité en poids par seconde) d'un courant d'air. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De l'action de l'ammoniaque sur l'acétone.* Note de MM. **W. Œchsner** et **A. Pabst**; présentée par M. Wurtz.

« Un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences (1) et à la Société chimique (2), par M. Vincent, signale la présence de la méthylamine et de l'aldéhyde dans l'acide pyroligneux brut. L'auteur explique la formation de ces corps par l'action de l'ammoniaque sur l'acétone pendant le cours des distillations qu'on fait subir à l'alcool méthylique brut pour le purifier, et il affirme avoir obtenu de l'aldéhyde et de la méthylamine par l'action réciproque de l'ammoniaque et de l'acétone.

» Le dédoublement de l'acétone en aldéhyde et en méthylamine sous l'influence de l'ammoniaque serait un fait digne d'intérêt, mais contraire, il faut bien le dire, aux prévisions théoriques que l'on peut tirer de la grande stabilité de la molécule d'acétone. Les trois atomes de carbone de ce corps étant liés à l'autre, il paraît difficile d'en arracher un par l'action de l'ammoniaque et par une sorte de double décomposition dans le sens de l'équation donnée par M. Vincent :

$$CH^3\text{-}CO\text{-}CH^3 + H^3Az = CH^3.H^2Az + CH^3\text{-}CHO.$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 898.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 14.

» Il semblait donc désirable de répéter l'expérience de ce chimiste et de faire réagir, dans les conditions qu'il indique, l'ammoniaque sur l'acétone. Pour nous mettre à l'abri de toute cause d'erreur, nous avons dû opérer sur des corps aussi purs que possible : pour cela l'acétone, rectifiée soigneusement, a été combinée avec du bisulfite de sodium, et régénérée de cette combinaison par le carbonate de sodium. Le liquide distillé a été rectifié de nouveau sur du chlorure de calcium; on a recueilli ce qui passait entre 56-57 degrés. Il n'y a eu ni produit inférieur ni produit supérieur. Dans la dernière rectification, tout a passé entre 56°-56°,7. En chauffant quelques gouttes de ce liquide avec un peu de nitrate d'argent, il y a eu très-légère réduction; à froid, rien ne s'est produit.

» L'ammoniaque du commerce pouvant contenir des traces d'ammoniaques composées, on a saturé 100 grammes d'ammoniaque aqueuse par l'acide chlorhydrique, puis on a évaporé à siccité et laissé digérer le résidu avec de l'alcool absolu. On a filtré ; la liqueur qui a passé a été traitée par le chlorure de platine et, après séparation d'un léger précipité de chloroplatinate d'ammonium, additionnée d'un excès d'alcool absolu, mais il ne s'est formé aucun précipité, même après plusieurs heures.

» La pureté des corps qui devaient réagir l'un sur l'autre étant ainsi constatée, on a préparé deux mélanges d'acétone et d'ammoniaque. Ces deux mélanges contenaient, l'un 1 partie d'acétone pour 3 parties d'ammoniaque, l'autre 1 ½ partie d'ammoniaque concentrée pour 1 partie d'acétone. On a chauffé ces liquides pendant quatre jours au bain-marie et à 100 degrés dans des matras scellés à la lampe. Le contenu de ces matras s'est présenté sous l'aspect d'un liquide orangé ayant une forte odeur ammoniacale, mais on n'a pas remarqué une odeur de marée. Ce liquide a réduit partiellement, à froid, l'azotate d'argent, et donnait à chaud un miroir. Nous avons additionné ce liquide d'acide sulfurique étendu, jusqu'à réaction franchement acide, et nous l'avons distillé au bain-marie en recueillant les premières portions dans un ballon entouré de glace. Ces premières portions, pouvant contenir l'aldéhyde, ont été enfermées avec des fragments de chlorure de calcium dans un petit tube scellé à la lampe. Le résidu de la distillation a été sursaturé par la potasse et distillé, et les produits alcalins qui se dégageaient ont été condensés dans l'acide chlorhydrique. Nous avons maintenu le liquide pendant plusieurs heures à l'ébullition, jusqu'à ce que toute trace d'odeur ammoniacale eût disparu.

» Une portion du liquide orangé ainsi débarrassé des bases alcalines et

de l'aldéhyde, s'il y en avait, a été chauffée avec un peu d'azotate d'argent. Il y a eu commencement de réduction à froid et miroir à chaud. C'est donc bien ce liquide, et lui seul, qui réduit l'azotate d'argent.

» Pour rechercher la méthylamine, nous avons évaporé à siccité, au bain-marie, la liqueur contenant les produits alcalins absorbés par l'acide chlorhydrique. Le résidu de l'opération était identique avec le sel ammoniac. Après l'avoir repris par l'alcool absolu, nous avons traité la liqueur alcoolique par le chlorure de platine, qui nous a donné un précipité très-peu abondant de chloroplatinate d'ammonium. Nous avons filtré, concentré et ajouté à la liqueur un mélange d'éther et d'alcool absolus : après plusieurs heures et même au bout de plusieurs jours aucun précipité ne s'est formé.

» En traitant par la potasse le liquide orangé, nous avons remarqué qu'à la température d'ébullition il distillait une masse sirupeuse brune se dissolvant dans l'acide chlorhydrique et le colorant en jaune. Nous avons évaporé à siccité au bain-marie, et nous avons obtenu un résidu brun foncé, déliquescent, très-soluble dans l'alcool. La solution alcoolique a été de nouveau évaporée à siccité, et dans le résidu, repris par un peu d'eau distillée, nous avons dissous des fragments de potasse caustique. Il s'est bientôt formé, à la surface de la liqueur, une couche visqueuse brunâtre, que nous avons séparée de la couche inférieure. Nous avons constaté que cette couche était formée par une base très-peu volatile qui constitue probablement l'acétonine de Staedéler.

» Pour rechercher l'aldéhyde, nous avons distillé les premières portions du liquide mises à part, en condensant les produits dans un récipient entouré de glace : le liquide est entré en ébullition à 56 degrés; nous avons recueilli ce qui a passé jusqu'à 80 degrés environ, puis nous avons fractionné en recueillant les premières gouttes qui ont passé entre 56-58 degrés. Dans les deux expériences rien n'a passé avant cette température. Un peu du liquide chauffé dans un tube à essai avec une goutte d'azotate d'argent n'a donné aucune réduction. A froid, il ne s'est rien produit non plus. Pour bien nous assurer que ce liquide ne contenait même pas traces d'aldéhyde, nous l'avons étendu d'environ deux fois son volume d'éther absolu, et nous y avons fait passer un courant d'ammoniaque parfaitement desséchée, de manière à le saturer. Nous avons laissé reposer, mais, même après plusieurs heures, il ne s'est pas formé de cristaux au sein du liquide. Nous ajouterons que ce liquide avait tout à fait l'odeur de l'acétone.

» De ces diverses expériences, nous croyons pouvoir conclure :

» 1° Que dans l'action de l'ammoniaque sur l'acétone il ne se forme pas traces d'aldéhyde et de méthylamine;

» 2° Que le produit de la réaction de ces deux corps l'un sur l'autre, connu depuis longtemps, n'est autre que l'acétonine de Staedeler.

» Ces expériences ont été faites au laboratoire de M. Wurtz, à l'École de Médecine. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le bleu égyptien.* Note de M. **H. de Fontenay**, présentée par M. Peligot.

« Avec trois éléments seulement : le sable, le natron et la chaux, auxquels étaient ajoutées des proportions variables d'oxyde de cuivre, les anciens fabriquaient, dès l'époque la plus reculée, trois produits bien distincts :

» 1° Du verre que le cuivre colorait en bleu, en vert ou en rouge;

» 2° Une très-belle et brillante glaçure qui servait d'émail pour les figurines égyptiennes en grès taillé (*émail babylonien*);

» 3° Enfin une couleur pour la peinture, qui fut en usage pendant une période de plus de deux mille ans chez les anciens, et dont les modernes eux-mêmes ont quelquefois tiré parti.

» C'est cette couleur, sorte d'*imitation* du lapis, qui fait l'objet de la présente Note.

» On la rencontre souvent dans les ruines de Thèbes et à Alexandrie. Les murailles des nécropoles souterraines de Saggara (Memphis) en sont recouvertes, et nous nous sommes assuré que les peintures bleues qui décorent les sarcophages du Musée du Louvre ont été faites à l'aide de cette même matière. (Nous en présentons à l'Académie quelques échantillons, en même temps que nos spécimens de reproduction synthétique.)

» Théophraste, qui en parle dans son *Traité des pierres*, l'appelle *bleu égyptien*; mais il en est déjà question dans les inscriptions hiéroglyphiques, où le lapis est distingué en lapis *vrai* et lapis *imité*; ce dernier paraît n'être autre chose que le bleu de Théophraste, découvert très-anciennement par un roi d'Égypte.

» Pline et Vitruve nous apprennent qu'à Rome on employait le bleu égyptien soit comme pierre d'ornement (moulures, grains de collier, etc.), soit comme couleur pour la peinture.

» Pendant longtemps, les peuples de la vallée du Nil eurent le monopole de sa fabrication : le centre de la production était situé à Alexandrie; mais,

plus tard, un Romain nommé Vestorius, ayant découvert le secret de sa préparation, qui nous a été transmis par Vitruve (1), en établit plusieurs fabriques en Espagne et à Pouzzoles.

» Davy, dans son voyage en Italie, retrouva un assez grand nombre de fragments de bleu égyptien ou de Vestorius à Rome et à Pompeï. Cette couleur fixa particulièrement son attention : « Car, dit-il, le principe de » sa composition est parfait, savoir, celui d'incorporer la couleur dans une » masse qui ressemble à de la pierre, de manière à prévenir l'action décom» posante des éléments ». Il en fit l'analyse qualitative; quant à la synthèse, elle fut entreprise vingt ans plus tard par M. Darcet, qui obtint une substance tout à fait analogue au bleu égyptien; mais il paraît avoir tenu son procédé secret, car on n'en trouve pas trace. Il essaya, d'ailleurs, d'utiliser sa découverte, en introduisant cette nouvelle matière colorante dans l'industrie des papiers peints.

» Voici le résultat des recherches que j'ai entreprises sur ce sujet dans le laboratoire de M. Peligot, au Conservatoire des Arts et Métiers.

» Les échantillons de bleu antique que j'ai examinés viennent, les *uns* des ruines romaines d'Autun, les autres de l'oppidum gaulois du mont Beuvray (Saône-et-Loire), où M. Bulliot fait depuis plusieurs années des fouilles qui ont produit d'intéressants résultats pour la Science archéologique.

» La substance se présente sous forme de petits fragments ronds de la grosseur d'une bille d'écolier, à texture cellulaire, rudes au toucher et s'écrasant facilement sous le pilon du mortier. Sa poussière est d'un beau bleu turquoise, mais la teinte perd beaucoup de son intensité par le broyage. A la loupe, on distingue, semés çà et là, de petits grains blancs de silice

---

(1) « Pour faire l'azur, on broie du sable avec la fleur de natron, et l'on y ajoute de la » limaille de cuivre. On pétrit la matière avec les mains, sous forme de petites boules qu'on » dessèche et qu'on place ensuite dans un creuset au milieu de la fournaise. Là, le cuivre » et le sable, par la violence du feu, se communiquent réciproquement ce qui ressue de l'un » et de l'autre (*inter se dando et accipiendo sudores*), quittent chacun leur propre nature, » et se changent en un corps qui est le bleu d'azur. »

On remarquera que l'écrivain latin prend soin de nous apprendre que la matière ne doit pas fondre, comme le disent certains traducteurs, mais simplement se *fritter*. C'est ce que confirme le simple examen des échantillons de bleu antique.

Enfin nous lisons dans les *Origines* d'Isidore, que la limaille de cuivre doit être préalablement brûlée à l'air (*cyprium adustum*).

Les descriptions des divers auteurs se complètent ainsi les unes par les autres.

non combinée. Au chalumeau, la matière donne une fritte brunâtre et produit les réactions du cuivre. Les acides même concentrés l'attaquent peu ou point.

» L'analyse quantitative d'un fragment m'a donné les nombres suivants :

Silice	70,25
Oxyde de cuivre	16,44
Fer et alumine	2,36
Chaux	8,35
Soude	2,83
	100,23 (1)

sans trace de cobalt.

» En faisant un mélange intime de

Sable blanc	70 parties,
Oxyde noir de cuivre	15 »
Craie	25 »
Carbonate de soude sec	6 »

j'ai obtenu, au bout d'un temps suffisant d'exposition au feu, une fritte bleue tout à fait analogue à l'azur des anciens; mais la conduite du feu demande certaines précautions souvent difficiles à observer dans les conditions ordinaires des laboratoires. Il faut en effet chauffer lentement et progressivement jusqu'à une température d'environ 1000 degrés qu'on ne doit pas dépasser, mais maintenir pendant quelque temps. La coloration se développe d'abord à la surface des boules et pénètre ensuite peu à peu jusqu'au centre, mais avec une extrême lenteur.

» Si l'on dépasse la température indiquée plus haut, la matière prend immédiatement une teinte vert sale, puis brune, et enfin fond en donnant un verre noir à poussière verte.

» Le bleu antique prend quelquefois naissance accidentellement sur la sole de certains fours à travailler le cuivre, comme l'outremer dans les fours à soude.

» Je l'ai obtenu assez facilement, en faisant passer dans les moufles à cuire la porcelaine au demi-grand feu un mélange comme celui indiqué plus haut.

» Ces expériences synthétiques ont été exécutées à la Manufacture nationale de Sèvres avec le bienveillant concours de M. Salvétat. »

(1) Le bleu de Darcet est plus riche en chaux et moins chargé de silice.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie.* 13e Note de M. P. Bert, présentée par M. Cl. Bernard.

« Les Notes successives que j'ai eu l'honneur de présenter sous ce titre à l'Académie ont eu pour résultat de démontrer que les changements dans la pression barométrique (si l'on fait exception pour les décompressions très-rapides et très-fortes) n'ont sur les animaux et les végétaux aucune action physico-mécanique, mais les influencent exclusivement au point de vue chimique. Au-dessous de la pression normale, tension trop faible de l'oxygène, menace croissante d'asphyxie; au-dessus, tension trop forte, menace croissante de ces accidents redoutables que j'ai désignés par l'expression, paradoxale j'en conviens, d'empoisonnement par l'oxygène. De là résultait cette conséquence qu'on peut éviter tout danger en faisant varier la richesse oxygénée de l'air dans un sens inverse de la variation de pression. Ainsi, pour la diminution de pression, le *mal des montagnes*, le *mal des aérostats*, je disais :

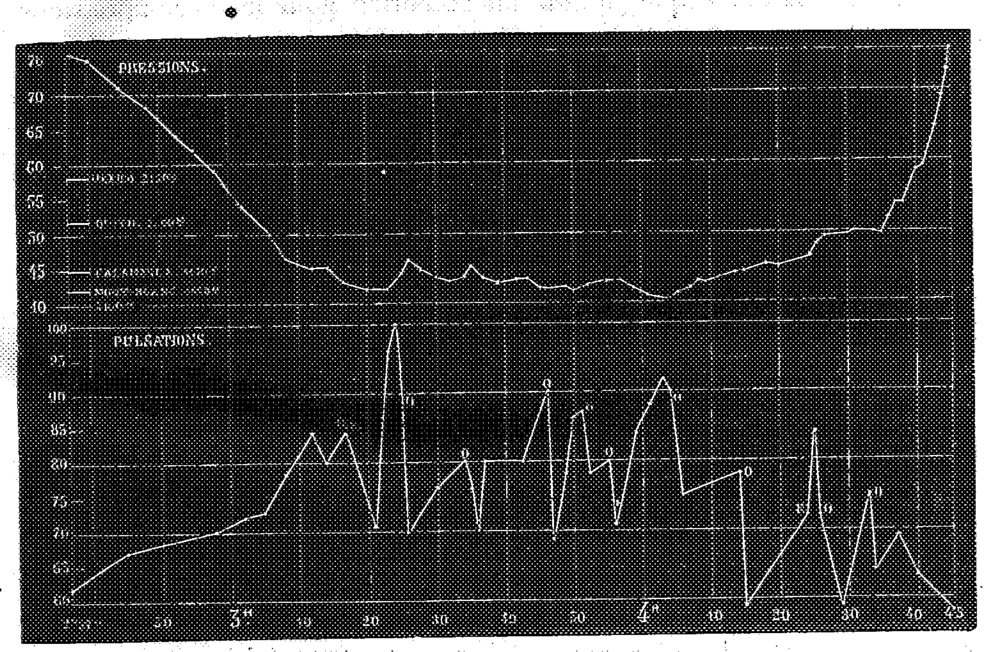
« Si les aéronautes, qu'arrête dans leur course verticale non la force ascensionnelle du » ballon, mais la possibilité de vivre, veulent monter plus haut qu'ils ne l'ont fait jusqu'ici, » ils le pourront à la condition d'emporter avec eux un ballonnet plein d'oxygène, auquel » ils auront recours lorsqu'ils souffriront trop de la raréfaction de l'air. » (Voir *Comptes rendus*, 1er juillet 1872.)

» Je viens aujourd'hui rendre compte à l'Académie d'expériences faites sur l'homme, et qui confirment complétement cette prévision.

» Le 20 mars dernier, à $2^h 37^m$, je me plaçai dans mon grand appareil à décompression, où la température était de 12 degrés, la pression de 759 millimètres. Sous l'influence des pompes qui entretenaient un courant d'air avec dépression croissante, à $3^h 10^m$, je me trouvai à 450, et me maintins jusqu'à $4^h 20^m$ entre cette pression et celle de 408 millimètres, valeurs correspondant à des hauteurs de 4100 à 5100 mètres; je remontai alors à la pression normale, que j'atteignis à $4^h 45^m$. La ligne supérieure du graphique I indique la marche de la décompression.

» En arrivant à 45 centimètres, je commençai à éprouver les symptômes du *mal des montagnes;* ils allèrent en augmentant, jusqu'au moment de la décompression : c'était un sentiment de lourdeur et de faiblesse, avec état nauséeux, fatigue de la vue, indifférence générale et paresse de l'esprit difficile à surmonter. Au moment où j'atteignais une dépression correspondant au niveau du mont Blanc, il me fut impossible, ayant compté mes pulsations

pendant un tiers de minute, de multiplier par 3 le nombre trouvé. Un peu plus tard, ayant levé la jambe droite, elle fut prise de tremblements convulsifs et incoercibles qui s'étendirent à la jambe gauche et durèrent quelques minutes. J'avais alors la face un peu congestionnée, et ma température sous la langue, prise avec le plus grand soin, présentait une augmentation de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de degré. Ma capacité respiratoire maximum,



Graphique I. — Chutes instantanées du pouls à chaque inspiration d'oxygène pur.

mesurée au spiromètre, avait baissé dans le rapport de 17 à 12. Enfin, je noterai qu'au-dessous de 45 centimètres de pression il m'était absolument impossible de siffler. Je n'insiste pas sur ces faits. Le point intéressant de mon expérience est celui-ci :

» J'avais emporté avec moi un petit ballon plein d'oxygène presque pur. Quand je fus arrivé à 43 centimètres, avec un malaise bien manifeste et un pouls qui de 62 pulsations était graduellement monté à 84, je fis une inspiration d'oxygène (voir le graphique I, au point Ox); immédiatement le pouls tomba à 71; il se releva bientôt, d'autant plus que je fis effort pour souffler dans le spiromètre, et arriva à 100 pour redescendre spontanément à 90 : une nouvelle inspiration d'oxygène le fit tomber à 70. La même expérience fut renouvelée dix fois pendant la durée du séjour, et à chaque fois le même résultat se produisit, comme le mon-

trent les oscillations brusques de la ligne inférieure du graphique I.

» Chaque inspiration d'oxygène était accompagnée d'un éblouissement fort désagréable; ayant fait une fois trois inspirations de suite, je faillis tomber de ma chaise, pris de vertige; mais cet effet ne durait pas, et il était suivi d'une courte période pendant laquelle le *mal des montagnes* disparaissait, pour revenir en même temps que le pouls remontait. La sensation violente qui suivait l'inspiration d'oxygène s'explique aisément; en effet, mon oxygène, sous la pression de 43 centimètres, avait une tension qui correspond à celle de l'oxygène contenu dans l'air comprimé à 2,5 atmosphères. Je passais donc brusquement, quant à la tension chimique, de près de 0,5 atmosphère à 2,5 atmosphères : un pareil choc devait nécessairement entraîner quelques effets fâcheux; mais il n'en reste pas moins établi que le *mal des montagnes* disparaissait, que la circulation revenait à un rhythme normal, sous l'influence d'une seule inspiration d'oxygène.

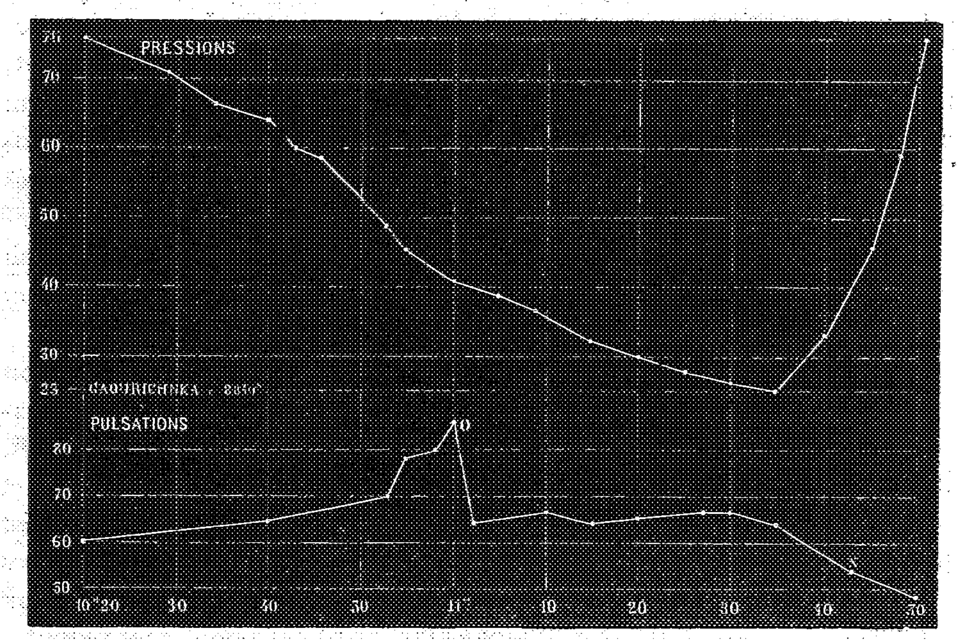
» MM. Crocé-Spinelli et Sivel, qui ont voulu se préparer, dans mon appareil, à leur belle ascension du 22 mars, ont éprouvé des effets analogues. Je les ai amenés jusqu'à la pression de 30 centimètres. M. Sivel, homme très-robuste, ne fut affecté qu'au-dessous de 40 centimètres, et n'éprouva pas de troubles sérieux. M. Crocé, beaucoup plus faible, fut malade de très-bonne heure; à 30 centimètres, il avait les lèvres bleues et l'oreille droite presque noire : il asphyxiait. Or, une seule inspiration d'oxygène pur faisait disparaître momentanément ces symptômes redoutables; le pouls tombait, la respiration devenait libre; à un moment où M. Crocé était devenu aveugle, l'oxygène lui rendit soudain la vue.

» Mais ils avaient éprouvé, comme moi, l'impossibilité de respirer régulièrement l'oxygène pur; aussi leur donnai-je à emporter deux mélanges d'air et d'oxygène : l'un contenait 45 pour 100 du gaz comburant; l'autre, à 75 pour 100, était réservé pour les plus grandes hauteurs.

» Je veux laisser aux deux aéronautes intrépides l'honneur d'exposer devant l'Académie les résultats importants de leur belle ascension. Je dirai seulement que, sans l'oxygène, ils n'auraient probablement pas pu atteindre les régions où ils retrouvèrent, avec 22 degrés de froid, les 30 centimètres de pression qu'ils avaient supportés dans mon appareil. Sans oxygène, M. Sivel ne pouvait soulever les sacs de lest, ni M. Crocé-Spinelli voir les raies du spectre qu'il avait mission d'observer. Ils respirèrent les mélanges sans éprouver d'éblouissement.

» J'ai voulu observer sur moi-même les effets de la respiration continue d'un mélange suroxygéné. Dans une première expérience, j'ai pu, en em-

ployant un mélange à 45 pour 100, abaisser impunément la pression jusqu'à 338 millimètres, ce qui correspond à 5600 mètres, hauteur du Chimborazo. Dans une seconde, avec un mélange à 63 pour 100, je suis descendu jusqu'à 25 centimètres, et j'aurais été plus bas si ma machine eût été assez forte.



Graphique II. — Abaissement du pouls par la respiration continue (de O à X) d'un mélange suroxygéné.

» Le graphique II exprime les phases diverses de cette dernière expérience. Je n'ai commencé à respirer l'oxygène qu'après être devenu assez malade et à un moment où mon pouls avait notablement augmenté (point O). A partir de ce moment, toute sensation désagréable avait disparu.

» Un moineau, que j'avais placé à côté de moi, a failli périr, sa température rectale s'étant abaissée de $41°,9$ à $36°,1$. La pression à laquelle j'étais parvenu sans malaise, grâce à l'oxygène, était celle à laquelle Glaisher et Coxwell tombèrent sans connaissance au fond de leur nacelle. Elle correspond à la hauteur du plus élevé des pics terrestres, le Gaourichnika, pic qui devient ainsi théoriquement accessible. Je pense qu'on pourra atteindre de la sorte la pression de 15 centimètres. M. Glaisher avait donc raison de dire :

« Je ne doute pas qu'on ne parvienne à faire des observations dans ces régions où je » n'ai pu arriver sans m'évanouir. Ce n'est pas moi qui me chargerai de déterminer la » limite de l'activité humaine. »

M. **Chatelain** adresse une Note relative aux perfectionnements apportés dans la fabrication de la moutarde, en particulier par M. *Bornibus*.

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, des livraisons de juillet et août 1873 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*.

« La première renferme une analyse fort étendue des *Travaux mathématiques en Belgique en* 1872, par M. le Dr Mansion, professeur à l'Université de Gand. La livraison d'août est consacrée spécialement à un *Développement historique sur la théorie des polygones étoilés, dans l'antiquité et au moyen âge*, du Dr Sigismond Günther, écrit en allemand, mais traduit ici en italien par le Dr A. Sparagna. Sans parler ici des citations de l'auteur, contenant une Note de l'*Aperçu historique* de 1837, relative au pentagone étoilé de la Géométrie de Boèce, et du très-important ouvrage de M. Cantor, *Mathematische Beiträge zum Kulturleben der Völker*, Halle, 1863, je signalerai un passage d'Adélard de Bath, le premier traducteur d'Euclide, dans lequel se trouve l'expression de la somme des angles tant intérieurs qu'extérieurs des divers polygones étoilés.

» Cet ouvrage du Dr Günther a donné lieu à M. Boncompagni de rechercher dans les bibliothèques de tous les pays les éditions de la Géométrie de Boèce, ainsi que les ouvrages qui en font mention, et en outre les divers manuscrits où se trouve le passage en question. Il en cite vingt-huit, de chacun desquels il a extrait ce qui se rapporte aux polygones étoilés, car il y a des variantes, notamment au sujet des deux mots *proportionibus* et *proportionabiliter*, qui se lisent dans l'édition de Boèce, de Bâle 1570, au lieu de *portionibus* et *proportionaliter*. M. Boncompagni cite quatre éditions et vingt-six manuscrits contenant *portionibus*, et sept manuscrits contenant *proportionaliter*.

» Cette livraison se termine par un Bulletin alphabétique fort étendu de toutes les productions, en toutes langues, relatives aux sciences mathématiques dans le cours de 1873. »

M. **Chasles** présente à l'Académie les livraisons de janvier et février 1874 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, de la section mathématique des Hautes Études, rédigé par MM. Darboux et Hoüel.

« Il cite dans la première livraison une analyse étendue des deux ouvrages de notre confrère M. d'Abbadie : Géodésie d'Éthiopie, ou *Translation d'une partie de la haute Éthiopie, exécutée selon des méthodes nouvelles*. Vé-

rifiée et rédigée par M. Radau, 1873, in-4°. — *Observations relatives à la physique du globe, faites au Brésil et en Éthiopie*. Rédigées par M. Radau. La livraison suivante renferme une analyse de la nouvelle édition toute récente du très-important ouvrage de MM. Briot et Bouquet sur la *Théorie des fonctions elliptiques*. On y remarque aussi, dans la Revue des publications périodiques, les *Bulletins de la Société des Mathématiciens tchèques*, séant à Prague. Les Sociétés mathématiques vont enfin se multiplier au grand profit de la science. »

M. le général **Morin** signale à l'Académie quelques Articles contenus dans la 6e livraison du tome III de la « Revue d'Artillerie publiée par ordre du Ministre de la Guerre ». Ce numéro contient :

1° Un Article sur l'Artillerie à l'Exposition de Vienne, par MM. les capitaines Jouart et Huter;

2° Une analyse des opérations d'un simulacre de siége exécuté à Graudenz, en 1873, par M. le capitaine Cahen;

3° Une analyse des expériences faites, par l'artillerie autrichienne, sur l'emploi des épaulements rapides destinés à couvrir l'artillerie sur les champs de bataille;

4° Une Note sur les expériences exécutées à Calais sur deux canons Whitworth;

5° Un résumé des expériences, faites à Bourges, sur des canons en bronze phosphoreux, et dont la conclusion générale est qu'il n'y a pas lieu de remplacer, dans la fabrication des canons, le bronze ordinaire par le bronze phosphoreux.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 mars 1874.

Essai sur la mécanique des vents et des courants; par M. A. Ansart. Paris, Gauthier-Villars, 1874; in-8°.

L'unité des forces physiques. Essai de philosophie naturelle; par le P. A. Secchi; fascicules 5, 6, 7. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Théorie physiologique de la musique, fondée sur l'étude des sensations auditives; par H. HELMHOTZ, traduit de l'allemand par M. G. GUÉROULT. Appendice traduit d'après la troisième édition allemande, et comprenant les plus récents travaux de l'auteur. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Assainissement des villes et des cours d'eau. Égoûts et irrigations; par M. A. RONNA. Paris, J. Baudry, 1874; in-8°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Annuaire des eaux et forêts pour 1874. Paris, au Bureau de la *Revue des eaux et forêts*, 1874; in-8°.

Étiologie du typhus exanthématique. Rôle des encombrements. Un mot du choléra; par le Dr Ch. PIGEON. Paris, Baillière; Nevers, Michot, 1874; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Principe universel du mouvement et des actions de la matière, etc.; par P. TRÉMAUX; 2e édition. Paris, chez l'auteur, 1874; in-12.

The pharmaceutical Journal and transactions, december 1873, january 1874; in-8°. London, Churchill, 1874; 2 br. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Society, february 1874, n° 117. London, Longmans, 1874; in-8°.

Observations on the detrital tin-ore of Cornwall; by W.-Jory HENWOOD. Truro-Netherton, 1873; in-8°.

Comparisons of standards, and lengths of cubits, from the Philosophical Transactions 1866 *and* 1873. London, 1874; in-4°.

Quarterly weather Report of the meteorological Office; part IV, october-december 1872. London, G.-E. Eyre and Spottiswoode, 1873; in-4°.

Quarterly weather Report of the meteorological Office; part I, january-march 1874. London, G.-E. Eyre and Spottiswoode, 1874; in-4°.

On establishing precision to the meaning of dynamical terms, and an exposition of the confusion which now besets the subject of Dynamics; by John-W NYSTROM. Philadelphia, J.-P. Murphy, 1874; in-8°.

El porvenir. Periodico de la Societad filoiatrica y de beneficencia de los alumnos de la Escuela de Medicina; t. V, entr. 1-14. Mexico, Imprenta del Gobierno, 1873; gr. in-8°.

Gaceta medica de Mexico; n. 11, 12, 13. 14. Mexico, imp. de J. Escalante, 1873; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 MARS 1874.

Annuaire météorologique et agricole de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-18.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions et au service de l'ingénieur, etc.; 1873, septembre et octobre. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils; juillet à décembre 1873. Paris, E. Lacroix, 1873; 2 liv. in-8°.

Étude des différents sols du département de la Gironde, etc.; *par* A. BAUDRIMONT. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1874; br. in-8°.

Observations sur la composition des guanos, les altérations qu'ils subissent, etc.; *par* A. BAUDRIMONT. Bordeaux, imp. G. Gounouilhou, 1874; br. in-8°.

Revue de Géologie pour les années 1870 *et* 1871; *par* M. DELESSE *et* M. DE LAPPARENT; t. X. Paris, F. Savy, 1873; br. in-8°.

Mémoire sur le rôle du phosphore et des phosphates dans la putréfaction; *par* M. J. LEFORT. Paris, G. Masson, 1874; br. in-8°.

Le Cartésianisme ou la véritable rénovation des sciences, suivi de la théorie de la substance et de celle de l'infini; *par* BORDAS-DEMOULIN; nouvelle édition. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-8°.

Les explorations sous-marines; *par* J. GIRARD. Paris, F. Savy, 1874; 1 vol. in-8°.

Études sur l'électrodynamique et l'électromagnétisme. Importance du principe du renversement alternatif du courant dans les électro-aimants; *par* M. GLOESENER. Paris, Gauthier-Villars, 1874; br. in-8°. (Présenté par M. Jamin.)

Moyens de transformer promptement par les vignes américaines les vignobles menacés par le Phylloxera; *par* M. H. BOUSCHET. Montpellier, imp. Ricateau, Hamelin et Cie, 1874; in-8°. (Renvoyé à la Commission du Phylloxera.)

Pandynamisme et panthéisme à propos de force et de matière; *par* Ed. et C. CROS. Paris, Savy et Gauthier-Villars, 1874; br. in-8°.

Études antéhistoriques. Les Atlantes; *par* ROISEL. Paris, Germer-Baillière, 1874; in-8°.

Società reale di Napoli. Atti dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; vol. V. Napoli, stamperia del Fibreno, 1873; in-4°.

Annuario della Società dei Naturalisti in Modena; anno VII. Modena, 1873; in-8°.

Annuario della Società dei Naturalisti in Modena, pubblicato dal Segretario, dott. E. MORSELLI; anno VIII, fasc. I. Modena, tipi P. Toschi, 1874; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 MARS 1874.

Crania ethnica. Les crânes des races humaines; par MM. A. DE QUATREFAGES *et* E.-T. HAMY; 2e liv., feuilles 7 à 11, planches XI à XX. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1873; in-4°.

Manuel de Minéralogie; par M. A. DES CLOIZEAUX; t. II, 1er fascicule. Paris, Dunod, 1874; in-8°.

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant les années 1871 *et* 1872; *par* M. A. BELGRAND *et* M. G. LEMOINE. Sans lieu ni date; atlas in-folio. (Présenté par M. Belgrand.)

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. Résumé des observations centralisées pendant les années 1871 *et* 1872; *par* M. G. LEMOINE, sous la direction de M. E. BELGRAND. Versailles, E. Aubert, 1873; in-8°. (Présenté par M. Belgrand.)

Revue d'Artillerie; 2e année, t. III, 6e liv., mars 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX *et* J. HOUEL : Table des matières et noms d'auteurs, t. V, 2e semestre, 1873. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques, rédigé par MM. G. DARBOUX *et* J. HOUEL; t. VI, janvier, février 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1874; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Éléments de Géologie et de Paléontologie; par Ch. CONTEJEAN. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1874; in-8°, relié.

Principes de Géologie transformiste, application de la théorie de l'évolution à la Géologie; par G. DOLLFUS. Paris, F. Savy, 1874; 1 vol. in-12.

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde; t. III, liv. 11 à 15. Paris, E. Lacroix, 1874; in-12.

Étude sur les relations qui existent entre les artères articulaires et les articulations; par F. CHIAÏS. Montpellier, Boehm et fils, 1874; br. in-8°. (Extrait du *Montpellier médical.*)

Étude sur quelques campanules des Pyrénées; par M. E. TIMBAL-LAGRAVE. Toulouse, Armaing; Paris, Savy, 1873; br. in-8°.

Découverte de la ligne graphique par une évolution scientifique sur le carré; par M. LHÉRITIER. Bourges, chez l'auteur, 1874; br. in-8°.

Notice sur le Dr Thouvenel, médecin et député, ses travaux scientifiques et sa vie politique; par le Dr E. GRELLOIS. Pont-à-Mousson, imp. E. Ory, 1874; br. in-8°.

Thèse pour le doctorat en médecine présentée et soutenue le 27 août 1864 par le Dr MONCOQ : *Procédé nouveau pour pratiquer la transfusion instantanée du sang.* Paris, A. Parent, 1864; in-4°. (Présenté par M. Bouley.)

Notice sur le procédé Ch. Picot pour la taille de la vigne. Plus de vignes gelées! Plus de coulures! Vignes saines! Bonne récolte assurée; par J.-B.-C. PICOT. Paris, typ. A. Parent, 1874; br. in-18.

Sifflet électro-automoteur pour locomotives, adopté au chemin de fer du Nord, et autres applications industrielles de l'électro-aimant Hughes, système Lartigue et Forest. Digney frères, constructeurs à Paris. Paris, J. Dejey, 1873; br. in-8°. (Adressé par les auteurs au Concours des Arts insalubres, 1874.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VI, luglio-agosto 1873. Roma, 1873; 2 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Sulla distribuzione delle protuberanze intorno al disco solare; VII, VIII, IX, X, XI Comunicazione. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873-1874; 5 br. in-4°. (Estratto dagli *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino; seria seconda, t. XXVII. Torino, dalla Stamperia reale, 1873; in-4°.

Bollettino meteorologico ed astronomico del regio Osservatorio dell' Universita di Torino; anno VII. Torino, 1873; in-4° oblong.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**, Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* **à 80** *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matiè l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du **1er** *Janvier* **1862**, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:*

Pour Paris	20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

A Agen	Allègre.
Amiens	Prévost-Allo.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Barassé. Lachèse, Bellenvre et Cie.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Chaumas. Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Berthelage.
Dijon	Lamarche.
Grenoble	Drevet.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Mme Tiret.
Lyon	Beaud. Palud.
Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Nantes	Douillard frères. Mme Veloppé.
A Nancy	Mlle Gonet. Grosjean.
Nîmes	Giraud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Létang.
Rennes	Hauvespre. Verdier.
Rochefort	Boucard. Valet.
Rouen	Lebrument. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe. Ravel.
Toulouse	Gimet. Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

A Metz	Ballet. Rousselot. Warion.
Mulhouse	Perrin.
Strasbourg	Derivaux. Simon. Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq. Muquardt.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Lebrun-Devigne.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Blanc, Imer et Lebat.
Leipsig	Brockhaus. Dürr. Voss.
Liége	Bounameaux. Gnusé.
Lisbonne	Silva junior et Cie.
Londres	Asher et Cie. Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
Moscou	Gautier.
A Madrid	Bailly-Baillière. Duran. Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Mme Ve Moré. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bleggi.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Bonnier. Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Trieste	Münster.
Turin	Bocca frères. Mariotti.
Varsovie	Hösick. Gebethner et Wolff
Venise	Münster.
Vérone	Münster.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Orell, Füssli et Cie. Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. 20

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix 20

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbati qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement d la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches 25

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les di » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultar ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, a 27 planches, 1861 25

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 13.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 30 Mars 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS;

TOME LXXVIII.

N° 14 (6 Avril 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AVRIL 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait part à l'Académie de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *P.-A. Hansen*, Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé le 28 mars 1874, à Gotha.

M. le **Président** rappelle les services rendus à la Science par l'éminent astronome de Gotha :

« L'Académie perd, en M. Hansen, l'un de ses plus anciens Correspondants : savant laborieux et modeste, il a consacré sa vie entière à la Science et mérité un rang élevé parmi les astronomes géomètres de notre siècle.

» Successeur de Encke au petit Observatoire de Seeberg près Gotha, et content d'y trouver les ressources nécessaires à ses recherches, il n'a jamais désiré ni accepté de position plus digne en apparence de ses talents et de sa renommée. C'est à Seeberg qu'il a commencé sa carrière scientifique, c'est là qu'il la termine, après y avoir composé, pendant près d'un demi-siècle, les beaux et solides travaux qui lui ont fait un nom illustre.

» Aucun de nous peut-être n'a connu personnellement M. Hansen, mais les astronomes et les géomètres qui apprécient son rare mérite accorderont à sa mémoire de sincères et respectueux regrets. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les polygones inscrits ou circonscrits à des courbes*, par M. CHASLES.

« 1. Cette théorie des polygones a occupé les géomètres depuis fort longtemps : les premières traces s'en trouvent dans les *Porismes* d'Euclide, d'après R. Simson, et dans Pappus; mais, bien qu'elle donne lieu à des questions variées, on y a toujours procédé assez lentement, en n'y prenant que les cas les plus simples. Newton, le premier, donna trois ou quatre propositions dans son *Traité des courbes du troisième ordre* et dans un lemme du livre des *Principes*. Bientôt après, Braikenridge et surtout Maclaurin, dans sa *Géométrie organique* d'abord (en 1719), puis dans les *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres*, de 1735, étendirent le sujet. Puis une de ces questions fixa l'attention de divers géomètres, savoir : l'inscription, dans une conique, d'un polygone dont les côtés passent par des points donnés; question réputée alors fort difficile (1), résolue par Castillon, et dont Lagrange aussi donna une solution analytique dans les *Mémoires de l'Académie de Berlin*, de 1776. Il s'agissait toujours, dans ces questions, des lieux géométriques de certains sommets des polygones. Au commencement de ce siècle, Brianchon introduisit, le premier, la question relative aux courbes enveloppes de certains côtés; mais c'est surtout à M. Poncelet que l'on est redevable d'une extension considérable dans ces recherches, qui l'occupaient dès 1813, et qu'il a développées dans son grand *Traité des propriétés projectives des figures*, 1822.

» Le principe de correspondance s'applique avec une très-grande facilité à la plupart de ces questions, qu'il permet de généraliser, principalement celles où les sommets des polygones doivent se trouver sur des droites, de même que celles où les côtés des polygones pivotent autour de points fixes, et celles aussi où entrent des angles de grandeurs données, comme dans les théorèmes de Newton et de Maclaurin. Le principe de correspondance permet de substituer, sans plus de difficulté, des courbes, d'ordre ou de classe quelconques, aux droites et aux points, et des rapports anharmoniques aux angles de grandeur constante. Cette facilité induit même à traiter diverses autres questions qui se rapportent à la figure que l'on a sous les yeux.

» Je me propose de donner quelques exemples de cette facilité de démonstration et d'extension des théorèmes.

(1) Montucla; *Histoire des Mathématiques*, t. III, p. 13.

» 2. THÉORÈME I. — *Lorsque tous les côtés d'un polygone* abcd... ω *doivent être tangents à des courbes respectives de classes* n′, n″, n‴,..., *et que tous ses sommets* a, b,..., *moins le dernier, doivent glisser sur des courbes d'ordre* m_1, m_2,..., *le sommet libre* ω *décrit une courbe de l'ordre* $2m_1 m_2 \ldots n'n''n''' \ldots$

» Soit, par exemple, un quadrilatère, la démonstration étant la même pour un polygone d'un tout autre nombre de côtés. On pose

$$x, \quad n' \; m_1 \, n'' \, m_2 \, n''' \, m_3 \, n^{\text{IV}} \quad u;$$
$$u, \quad n^{\text{IV}} \, m_3 \, n''' \, m_2 \, n'' \, m_1 \, n' \quad x;$$
$$2m_1 m_2 m_3 n' n'' n''' n^{\text{IV}}.$$

» Tel est le nombre des quadrilatères qui auront leur sommet ω sur une droite L quelconque. Le théorème est donc démontré.

» 3. *Corollaire.* — Cette courbe d'ordre $2m_1 m_2 m_3 n' n'' n''' n^{\text{IV}}$ rencontre une quatrième courbe quelconque d'ordre m_4 en $2m_1 m_2 m_3 m_4 n' n'' n''' n^{\text{IV}}$ points. On conclut donc du théorème général celui-ci :

» THÉORÈME II. — *Le nombre des polygones de* p *côtés qui peuvent avoir tous leurs sommets consécutifs sur des courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3,... *et leurs côtés consécutifs tangents à des courbes de classes* n′, n″, n‴,... *est* $2m_1 m_2 \ldots n'n'' \ldots$

» Il est à remarquer, d'après ce résultat, que l'ordre dans lequel on peut affecter à chaque sommet les courbes d'ordres m_1, m_2,... et à chaque côté les courbes de classes n', n'',... est indifférent, et que l'ordre de la courbe décrite, bien que cette courbe soit différente, reste le même.

» 4. *Cas particuliers.* — Lorsque toutes les courbes de classes n', n'',... ont une tangente commune, alors, les autres conditions restant les mêmes, dans le théorème I, *le lieu du sommet libre est une courbe de l'ordre* $m_1 m_2 \ldots (2n'n''n''' \ldots - 1)$.

» En effet, il existe alors $m_1 m_2 m_3$ solutions étrangères; car, prenant le point x de L sur la tangente commune, on trouve $m_1 m_2 m_3$ points u coïncidant avec x. Il reste donc

$$2m_1 m_2 m_3 n' n'' n''' n^{\text{IV}} - m_1 m_2 m_3 = m_1 m_2 m_3 (2n' n'' n''' n^{\text{IV}} - 1).$$

» 5. Plus généralement, lorsque les courbes de classes n', n'',... ont toutes une tangente commune, qui soit une tangente multiple d'ordre ν' pour la première, d'ordre ν'' pour la deuxième, etc., *le lieu du sommet libre est une courbe de l'ordre* $m_1 m_2 \ldots (2n'n''n''' \ldots - \nu'\nu''\nu''' \ldots)$.

» 6. On sait que les normales d'une courbe U_m^n enveloppent une courbe

de la classe $(m + n)$, qui a une tangente multiple d'ordre m à l'infini. Dès lors ce dernier théorème donne lieu au suivant, qui, du reste, se démontre aussi directement :

» *Lorsque tous les côtés d'un polygone doivent être normaux à des courbes* U^{n}_{m}, $U^{n'}_{m'}$, $U^{n''}_{m''}$,..., *et que tous les sommets du polygone, moins un, doivent glisser sur des courbes* U_{m_1}, U_{m_2},..., *le dernier sommet décrit une courbe de l'ordre* $m_1 m_2 \ldots [2(m' + n')(m'' + n'')(m''' + n''') \ldots - m' m'' m''' \ldots]$.

» 7. La condition de normalité peut être généralisée; on peut, au lieu de normales, prendre des obliques sous un angle constant (compté dans un sens de rotation déterminé), et cet angle peut être quelconque pour chacune des courbes $U^{n'}_{m'}$,.... On aura de nouveaux énoncés des théorèmes.

» On peut même donner une plus grande généralité en prenant, au lieu de normales ou d'obliques, des droites qui, avec les tangentes des courbes, diviseraient un segment donné et unique dans un rapport anharmonique donné, pouvant avoir une valeur quelconque relativement à chaque courbe.

» 8. Théorème II. — *Lorsque tous les sommets consécutifs d'un polygone* abc...a' *glissent sur des courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3,..., *et que les côtés consécutifs, moins le dernier, sont tangents à des courbes de classes* n', n'',..., *le dernier côté enveloppe une courbe de la classe* $2n'n''\ldots m_1 m_2 m_3 \ldots$

» Prenons un quadrilatère $abca'$; la démonstration sera absolument la même pour un polygone d'un tout autre nombre de côtés.

» On pose immédiatement :

$$\begin{array}{lll} \text{IX}, & m_1 n' m_2 n'' m_3 n''' m_4 & \text{IU}; \\ \text{IU}, & m_4 n''' m_3 n'' m_2 n' m_1 & \text{IX}; \\ & 2 m_1 m_2 m_3 m_4 n' n'' n'''. & \end{array}$$

» Tel est le nombre des droites IU qui coïncident avec IX, c'est-à-dire des côtés aa' qui passent par un point I quelconque. Telle est donc la classe de la courbe enveloppe du côté aa' du polygone. C. Q. F. D.

» *Corollaire.* — Cette courbe a $2 m_1 m_2 m_3 m_4 n' n'' n''' n^{\text{IV}}$ tangentes communes avec une courbe de la classe n^{IV}. On conclut de là le théorème déjà conclu du théorème I.

» 9. Si les courbes d'ordre m_1, m_2, m_3,..., sur lesquelles glissent les sommets du polygone, passent par un même point, alors *la classe de la*

courbe enveloppe du côté libre est

$$n'n''...(2m_1 m_2 m_3 - 1).$$

» En effet l'on trouve alors, dans la démonstration précédente, qu'il y a $n'n''...$ solutions étrangères.

» Prenons, par exemple, un triangle aba' dont les sommets a, b, a' glissent sur trois courbes U_{m_1}, U_{m_2}, U_{m_3}, et dont les deux côtés ab, ba' sont tangents à deux courbes $U^{n'}$, $U^{n''}$. Les trois courbes ont un point commun qui sera a pour la première, b pour la deuxième et a' pour la troisième. Que IX passe par a; par ce point on mène n' tangentes de $U^{n'}$, lesquelles coupent U_{m_2} en n' points b coïncidant avec a; de ces n' points on mène $n'n''$ tangentes à $U^{n''}$ qui coupent U_{m_3} en $n'n''$ points a' coïncidant avec b et conséquemment avec a; donc $n'n''$ droites IU coïncident avec IX, ce qui fait $n'n''$ solutions étrangères. Donc, etc.

» **10.** Le point a commun aux courbes U_{m1}, U_{m2},... peut être un point multiple d'ordre quelconque, sur chacune des courbes, donc d'ordre ν_1 sur la première, d'ordre ν_2 sur la seconde, etc. Alors IX passe par ν_1 points a; d'où l'on mène $\nu_1 n'$ tangentes de $U^{n'}$ qui coupent U_{m_2} en $\nu_1 n'\nu_2$ points b; d'où l'on mène $\nu_1 \nu_2 n'n''$ tangentes de $U^{n''}$ qui coupent U_{m_3} en $\nu_1 \nu_2 n'n''\nu_3$ points c coïncidant avec a, et pareil nombre de droites IU coïncidant avec IX. Donc $\nu_1 \nu_2 \nu_3 n'n''$ solutions étrangères.

» Donc :

Lorsque les courbes U_{m_1}, U_{m_2}, U_{m_3},... ont un point commun, qui est sur l'une un point multiple d'ordre ν_1, sur l'autre un point multiple d'ordre ν_2,..., la classe de la courbe enveloppe du côté libre du polygone est

$$n'n''...(2m_1 m_2 m_3... - \nu_1 \nu_2 \nu_3...).$$

» Si toutes les courbes U_{m_1},... sont des droites, on a $m_1 = 1$, $\nu_1 = 1$, $m_2 = 1$, $\nu_2 = 1$,..., et alors la courbe enveloppe du dernier côté du polygone variable est de la classe $n'n''n'''$....

» **11.** On peut, dans les théorèmes précédents, substituer des normales aux tangentes des courbes de classes n', n'',.... On a alors ce théorème :

» *Si de chaque point d'une courbe U_m on mène des normales à deux courbes $U^{n'}_{m'}$, $U^{n''}_{m''}$, dont les premières rencontreront une courbe U_{m_1} en des points a_1, et les secondes rencontreront une courbe U_{m_2} en des points a_2, les droites $a_1 a_2$ envelopperont une courbe de la classe $2mm_1m_2(m'+n')(m''+n'')$.*

» En effet :

$$\begin{array}{lll} \text{IX}, & m_2(m'+n')m_1(m''+n'')m_3 & \text{IU}; \\ \text{IU}, & m_3(m''+n'')m_1(m'+n')m_2 & \text{IX}; \end{array}$$

$$2m_1\, m_2\, m_3(m'+n')(m''+n'').$$

» 12. Passons à quelques théorèmes dans lesquels entrent des angles de grandeurs constantes, tels que les théorèmes de Newton et de Maclaurin.

» *Lorsque deux angles* (A, A'), (B, B') *circonscrits à deux courbes de classes* n', n'' *se meuvent de manière que le point de rencontre de leurs côtés* A, B *glisse sur une courbe d'ordre* m, *le point d'intersection de leurs deux autres côtés* A', B' *décrit une courbe de l'ordre* $2\,mn'^2n''^2$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'n'mn''n'' & u \\ u, & n''n''mn'n' & x \end{array}\right| 2mn'^2n''^2.$$

» 13. *Un angle* (A, A') *tourne autour de son sommet* O, *qui est un point multiple d'ordre* ν *d'une courbe* U_m; *un second angle* (B, B') *est circonscrit à une courbe* $U^{n'}$; *les côtés* A, B *des deux angles se coupent sur la courbe* U_m : *le lieu du point de rencontre des deux autres côtés* A', B' *est une courbe d'ordre* $(2m-\nu)n'^2$, *qui a en* O *un point multiple d'ordre* mn'^2.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & (m-\nu)n'n' & u \\ u, & n'n'm & x \end{array}\right| n'^2(2m-\nu).$$

» La courbe a en O un point multiple d'ordre mn'^2; car de ce point on mène n' tangentes à $U^{n'}$, qui seront des côtés B'; puis on mène pour chacune n' autres tangentes qui seront des côtés B dont chacun coupera U_m en m points a déterminant m côtés A dont les correspondants A' couperont les n' côtés B' en O; ce qui fera un point multiple de la courbe cherchée, d'ordre $n'm$, à raison de chacune des n' tangentes menées du point O; donc un point multiple d'ordre n'^2m, à raison des n' tangentes menées du point O, à $U^{n'}$.

» 14. *Des quadrilatères* abcc' *ont leurs points* a, b, c *sur trois courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3, *leurs côtés* c'a, ab *tangents à deux courbes de classes* n', n'', *leurs angles opposés* b *et* c' *de grandeur donnée : leur côté* cc' *enveloppe une courbe de la classe* $3m_1\,m_2\,m_3\,n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} \text{IX}, & m_3\,2m_2\,n''m_1n' & \text{IU} \\ \text{IU}, & n'm_1n''m_2\,m_3 & \text{IX} \end{array}\right| 3\,m_1\,m_2\,m_3\,n'n''.$$

» Ce théorème est utile pour démontrer les suivants, qui sont la généralisation de quelques propositions de la *Géométrie organique* de Maclaurin.

» 15. *Des quadrilatères* abcω *ont leurs sommets* a, b, c *sur trois courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3; *leurs deux côtés* ωa, ab *sont tangents à deux courbes de classes* n', n''; *et enfin leurs angles opposés* b *et* ω *sont de grandeur donnée : le lieu de leurs sommets* ω *est une courbe de l'ordre* $4m_1m_2m_3n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'm_1n''m_2m_3n' & u \\ u, & 3m_1m_2m_3n'n'' & x \end{array}\right| 4m_1m_2m_3n'n''.$$

» 16. *On forme des quadrilatères* abcω *dont les sommets* a, b, c *sont sur trois courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3, *et dont les angles opposés* a *et* c, *de grandeur donnée, ont leurs côtés* aω, cω *tangents à deux courbes de classes* n', n'' : *le quatrième sommet* ω *est sur une courbe de l'ordre* $4m_1m_2m_3n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'm_1m_2\,2m_3n'' & u \\ u, & n''m_3m_2\,2m_1n' & x \end{array}\right| 4m_1m_2m_3n'n''.$$

» 17. *Les trois sommets* a, b, c *d'un quadrilatère* abcω *glissent sur trois courbes d'ordre* m_1, m_2, m_3; *les angles* a *et* c *sont de grandeur donnée, et leurs côtés* aω, cω *sont tangents à deux courbes de classes* n', n'' : *le sommet* ω *décrit une courbe de l'ordre* $4m_1m_2m_3n'n''$.

$$\left.\begin{array}{lll} x, & n'm_1m_2\,2m_3n'' & u \\ u, & n'm_3m_2\,2m_1n' & x \end{array}\right| 4m_1m_2m_3n'n''.$$

» On voit par ces exemples que les mêmes théorèmes peuvent s'étendre à des polygones d'un plus grand nombre de côtés, comme Maclaurin l'a dit lui-même de ses propres théorèmes.

» 18. J'ai dit ci-dessus que, dans chaque question où l'on emploie le principe de correspondance, on est porté à l'appliquer à diverses autres questions relatives aux mêmes conditions principales du sujet. Voici quelques résultats qui se rapportent à l'un des théorèmes ci-dessus, au théorème II. Pour simplifier les énoncés, je réduis le polygone au cas le plus simple, au triangle. Il s'agit donc (en changeant la notation première) d'une série de triangles $a\omega a'$, dont les sommets ω, a, a' glissent sur trois courbes U_m^n, $U_{m'}^{n'}$, $U_{m''}^{n''}$, et dont les deux côtés ωa, $\omega a'$ roulent sur deux courbes de classes n''', n^{IV}. On a démontré que le troisième côté aa' enveloppe une courbe de la classe $2mm'm''n'''n^{\text{IV}}$.

» Voici les théorèmes qui se rapportent à cette question :

» 19. *Les parallèles aux côtés* aa′, *menées par les sommets* ω *des triangles, enveloppent une courbe de la classe* $3\,\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{m}''\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}$.

» 20. *Les perpendiculaires aux côtés* aa′, *abaissées des sommets* ω, *enveloppent une courbe de la même classe.*

» 21. *Les pieds de ces perpendiculaires sont sur une courbe de l'ordre* $5\,\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{m}''\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}$.

» 22. *Les tangentes des deux courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$, *en* a *et* a′, *se coupent sur une courbe de l'ordre* $5\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 23. *La droite qui joint chaque sommet* ω *au point d'intersection des tangentes en* a *et* a′ *enveloppe une courbe de la classe* $\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 24. *Les normales aux deux courbes* $U_{m'}$, $U_{m''}$ *en* a *et* a′ *se coupent sur une courbe de l'ordre* $\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(2\,\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 25. *Les droites menées de chaque point* ω *au point d'intersection des normales en* a *et* a′ *enveloppent une courbe de la classe* $\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(3\,\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 26. *La tangente de* $U_{m'}$ *en* a *rencontre la normale de* $U_{m''}$ *en* a′, *sur une courbe de l'ordre* $\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 27. *La droite qui joint chaque point* ω *au point où la tangente en* a *rencontre la normale en* a′ *enveloppe une courbe de la classe* $\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 28. *La droite qui joint le point de rencontre des tangentes de* $U_{m'}$ *et* $U_{m''}$ *en leurs points* a, a′, *au point de rencontre des normales aux mêmes points, enveloppe une courbe de la classe* $2\,\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}'\mathrm{m}'' + \mathrm{m}'\mathrm{n}'' + \mathrm{m}''\mathrm{n}')$.

» 29. *La normale de* U_m *en son point* ω *rencontre la droite* aa′ *sur une courbe de l'ordre* $\mathrm{m}'\mathrm{m}''\mathrm{n}'''\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(3\,\mathrm{m} + \mathrm{n})$.

» 30. *La perpendiculaire au côté* ωa *en son point* a *et la tangente de* $U_{m''}$ *en* a′ *se coupent sur une courbe de l'ordre* $\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(2\,\mathrm{m}'' + \mathrm{n}'')$.

» 31. *La perpendiculaire à* ωa *en son point* a *et la normale de* $U_{m''}$ *en* a′ *se coupent sur une courbe de l'ordre* $\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(3\,\mathrm{m}'' + \mathrm{n}'')$.

» 32. *Les perpendiculaires aux côtés* ωa, ωa′ *en leurs points* a, a′ *se coupent sur une courbe de l'ordre* $4\,\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{m}''\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}$.

» 33. *Par le point d'intersection des perpendiculaires aux côtés* ωa, ωa′ *en leurs points* a, a′, *on mène une parallèle au côté* ωa : *cette parallèle enveloppe une courbe de la classe* $5\,\mathrm{m}\,\mathrm{m}'\,\mathrm{m}''\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}$.

» 34. *Par le point* a *de chaque droite* aa′ *on mène une parallèle à* ωa′, *et par le point* a′ *une parallèle à* ωa : *ces deux parallèles se coupent sur une courbe de l'ordre* $2\,\mathrm{m}\,\mathrm{n}'''\,\mathrm{n}^{\mathrm{IV}}(\mathrm{m}' + \mathrm{m}'')$. »

ASTRONOMIE. — *Cyclones solaires; fin de la Réponse au* Dr Reye, *et observations au sujet d'un article de la* Bibliothèque universelle de Genève *et d'une réclamation de M.* N. Lockyer; par M. **Faye**.

« Je suis obligé d'ajouter quelques développements à ma réponse au Dr Reye (2 mars), afin de bien montrer que ma théorie n'est pas limitée aux trombes seules. On va voir qu'il en est exactement de même des tornados. Plus tard je tâcherai d'aborder les cyclones.

» Ici, comme pour les trombes, il faut distinguer entre les faits proprement dits et les appréciations des spectateurs ou des météorologistes qui sont venus, après coup, étudier les phénomènes au moyen des ravages qu'ils ont laissés sur le sol. Le tableau suivant, que j'emprunte, d'après M. Reye, à M. le Dr Loomis et aux deux premières séries du journal de Sillimann, donne les faits relatifs aux tornados des États-Unis; j'ai seulement mis à part, dans une dernière colonne, les appréciations individuelles pour valoir ce que de droit.

» S'agit-il des faits produits par mon savant adversaire lui-même, toute discussion serait superflue. Évidemment les tornados ne sont rien de plus que de grandes trombes. Comme les trombes, ils descendent des nuages sous forme de cônes renversés, se meuvent avec ces mêmes nuages, passent rapidement sur les lieux qu'ils ravagent au sein du calme de l'atmosphère inférieure toujours chaude et humide, et laissent le calme se rétablir après leur passage. Les effets mécaniques sont les mêmes, mais sur une plus grande échelle. Ils sont, plus souvent que les trombes, accompagnés de tonnerre, de grêle et d'averses diluviennes. Ils vont tout aussi souvent par groupes ou plutôt par séries, seulement les trombes sont parfois plus multipliées; on en a vu des séries de six, voir même de sept. La seule remarque spéciale, c'est qu'aux Etats-Unis les tornados affectent presque tous la direction de l'est, et que, si leur mouvement de gyration vient à être noté, c'est en sens *direct* qu'il s'effectue. Si l'on veut rapprocher ces faits de ma théorie des cyclones solaires, il suffit de les considérer d'un point de vue convenable et de supposer que l'observateur les regarde de haut. Il verra alors sur le fond blanc des nuages voyager isolément, ou par groupes de 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, des taches sombres, à peu près circulaires, de un à plusieurs milles de diamètre, au fond de dépressions coniques beaucoup plus larges et plus ou moins éclairées.

» Il paraît seulement que ces tornados simultanés appartiennent quelquefois (sinon toujours) à un même mouvement orageux plus général de

NUMÉROS.	LIEUX, DATES ET HEURES.	DIRECTION.	VITESSE par seconde (en mètres.)	LARGEUR de la trajectoire (en mètres).	LARGEUR du trajet total (en kilom.).	Durée locale.	Durée totale.	CONFIGURATION.	EFFETS MÉCANIQUES.	APPRÉCIATION DES SPECTATEURS OU DES NARRATEURS.
1	*Brandon* (Ohio), 30 janv. 1854, 3 h. après-midi.	N 50° E	20	1200	1280	60^s	17^h.47^m	Colonne gyratoire de vapeurs ou de fumée.	Saute par-dessus de grands espaces, renverse 50 000 arbres en une demi-heure. Baromètre tombe très-bas; températ. baisse rapidem.; le même jour un tornado à Washington Co. (Pa.)	Courant vers l'intérieur; gyration en sens direct.
2	*Mayfield* (Ohio), 4 février 1842, 4^{h}30^m ap.-midi.	N 33° E	15	500–1325	38	»	0.42	Point de nuages pendant vers le bas, mais une colonne fumeuse colossale de 400 mètres de largeur; sombre en bas, plus claire en haut.	Saute par-dessus des places; enfant enlevé et jeté à 70 mètres de la porte de sa maison.	Fort courant vers l'intérieur; gyration en sens direct; pompe l'eau.
3	*Harrison* (Ohio), 14 février 1854, de jour.	N 72° E	13	330–1200	80	»	1.40		A la rencontre des collines ne ravage pas la forêt, mais en bas détruit tout.	Courant vers l'intérieur; gyration en sens direct.
4	*Tuscaloosa* (Ala.), 4 mars 1842, 6 h. du matin.	E	»	»	»	»	»			
5	*Mobile* (Ala.) 24 mars 1840, 7 h. après-midi.	S 80° E	»	50–200	5–6$^1/_2$	»	»			
6	*Maury* Co. (Tenn.), 30 mars 1830.	»	»	»	»	»	»			
7	*Springfield* (Ohio) 11 avril 1833.	»	»	»	»	»	»			
8	*Marietta* (Ohio), 23 avril 1840, 4^{h}30^m ap.-midi.	»	»	»	»	»	»			
9	*New-Harmony* (Ind.), 30 avril 1852, 4^h–5^{h}30^m après-midi.	»	27	1600	480	»	5.00		Saute par-dessus certaines places; 7000 arbres renversés en une minute. Calme avant. Le baromètre tombe très-bas, remonte en peu de temps de 0,08 de pouce au milieu de la tempête.	
10	*Gallipolis* (Ohio), 3 mai 1840, 4^{h}30^m ap.-midi.	NE	27	»	96	»	1.00			
11	*Kingston* (Miss.), 7 mai 1832.	»	»	»	»	»	»			
12	*Natchez* (Miss.), 7 mai 1840, 2 h. après-midi.	N 60° E	13	800	40	Quelques secondes	0.50		317 hommes tués; pluie de 8$\frac{3}{4}$ pouc.; grêle très-grosse; baromètre tombe brusquement.	Courant vers l'intérieur; pompe l'eau.
13	*Natchez* (Miss.), mai 1823.	»	»	»	»	»	»			
14	*Natchez* (Miss.), mai 1824.	»	»	»	»	»	»			
15	*Maumee* (Ohio), 23 mai 1839.	NE	»	»	»	»	»			
16	*Shelbyville* (Ten.).	E	»	»	»	15^s	»		Nuage rouge; en même temps deux autres tornados, à 96 kilom. de dist.	
17	*Pine Plains* (N.Y.). 3 juin 1857, 6 h. après-midi.	E	»	350–1600	48	»	»			

18	*Oneida Co.* (N. Y), 13 juin 1857, 4 h. après-midi.	SSE	»	20- 75	40	»	»	Gigantesque cône pointu pendant des nuées.	Un blockhaus arraché et jeté à 18 mètres de ses fondements. Calme autour. Dans le sud, un autre tornado plus petit.	Gyration en sens direct; effets de succion.
19	*Morgan* (Ohio), 19 juin 1823, 9h 30m de nuit.	E	»	400-500	3	Instant.	»	Nuages en entonnoir.	Nuées rougeâtres.	
20	*Kinderhook* (N.Y.) 19 juin 1835, 4 h. après-midi.	NE	»	150-400	»	»	»			
21	*New-Brunswick* (N. J.), 19 juin 1835, 5h 30m ap.-midi.	N 80° E	12	200-400	82	»	0.39	D'abord deux cônes réunis par la pointe, et peu après une seule colonne s'élargissant vers le haut et de 1600 mètres de hauteur.	Arbres renversés et orientés différemment dans leur chute au milieu et sur les côtés de la trajectoire. Le même jour deux autres tornados à 5 lieues de distance faisant partie d'une même tempête circulaire; calme autour.	Fort courant vers l'intérieur et vers le haut. Courant gyratoire, en sens rétrograde selon les uns, en sens direct selon les autres. Phénomènes de succion.
22	*Northford* (Conn.), 19 juin 1794, après-midi.	NE	»	»	»	»	»	Cônes tourbillonnants, venant des nuages en forme de sablier.	Course en zigzag; calme autour.	
23	*Belfast* (N. Y.), 25 juillet 1838, après-midi.	E	»	1200 à 2400	32	»	»		Saute par-dessus des espaces restreints; 500 acres de forêt de pins renversés.	Courant vers l'intérieur; en haut, mouvements en spirale. Gyration directe; pompe l'eau.
24	*New-Haven* (Ct.), 31 juillet 1839, midi.	N 50° E	18	300	6 1/2	30s	6		Saute par-dessus la crête des *East Rocks* et, de l'autre côté, se rapproche de terre et recommence alors en plaine ses ravages.	Courant centripète vers l'intérieur.
25	*Woodbridge* (Ct), 13 août 1840.	NNO	»	»	»	»	»			Apparaît dans une grande tempête tournante. Suit la direction locale du vent perpendiculairement à la marche de la grande tempête.
26	*Providence* (R. I.), 30 août 1838, 3-4 h. ap.-midi.	E	de 3 à 5	100-125	40	»	»	Cône renversé de vapeurs, pendant des nuages comme une défense d'éléphant.	Des nuages tombent des lattes et des planches.	
27	*Utica* (N. Y.), 14 août 1834, 4-5 h. ap.-midi.	E	»	1600	»	»	2.47			Courant vers l'intérieur et en haut. Gyration en sens direct. Soulève l'eau en passant sur la rivière. Raréfaction de l'air au centre.
28	*New-Hampshire* 9 sept. 1821, 5h 30m ap.-midi.	SE	»	100-300	»	»	»	En forme de trompette ou de défense d'éléphant la pointe en bas.	Plus la vallée est profonde, plus violents sont les ravages; passe sur le lac Sunapee. A peu près en même temps, deux tornados à la distance de Warwick (Mn).	Soulève l'eau quand elle devient trombe d'eau.
29	*Charleston* (S. C.), 10 sept. 1811,	NO	»	180	»	»	»		Vingt hommes tués.	Fait partie, comme le n° 25, d'une tempête circulaire.
30	? (N.-C.) 12 octobre 1833.		»	»	»	»	»			
31	*Stow* (Ohio), 20 octobre 1837, 3 h. de la nuit.	E	»	200-400	5	»	»		Voiture de pommes de terre enlevée et transportée à 150 mètres. Beaucoup de toits enlevés et d'arbres renversés.	Courant central vers l'intérieur. Légers indices de gyration en sens rétrograde.

nature cyclonique, fait déjà signalé par plusieurs auteurs sur lequel nous reviendrons plus tard, et qui se retrouvera, je crois, sur le Soleil, où j'ai cherché en vain, en dehors des parallèles, de grands mouvements de translation rectiligne, sans rencontrer autre chose que des mouvements circulaires ou elliptiques plus ou moins complétement dessinés.

» S'agit-il des appréciations qu'en font les témoins oculaires, les tornados terrestres donnent lieu aux mêmes illusions que les trombes. Les uns les voient tourner, les autres non ; mais tous s'accordent à dire qu'ils pompent l'eau des fleuves ou des lacs. Ils sont généralement convaincus que l'eau en écume ou les débris plus ou moins légers sont aspirés jusqu'aux nuages par le canal de cet immense cône renversé. Ce sont là des impressions, des jugements que j'ai relégués dans la dernière colonne, ainsi que cette mention qui revient si souvent, mais qu'il ne faudrait pas prendre pour un fait : *mouvement de l'air vers l'intérieur et en remontant.*

Voici en effet comment M. Reye s'exprime à ce sujet :

» Les actions mécaniques de ces tornados démontrent nettement que l'air ambiant se dirige vers le centre du phénomène, et prend ensuite un mouvement ascendant. Quant aux indices d'un mouvement gyratoire autour d'un axe vertical, ils sont souvent nuls ou fort peu sensibles, malgré ce nom même de *tornado* qui exprimerait tout l'opposé. Au contraire, la direction des arbres abattus prouve de la manière la plus irrécusable que l'air afflue de toutes parts vers le pied du tornado. Indépendamment de cette preuve, il arrive très-souvent que le mouvement de l'air peut être constaté par des objets plus ou moins légers, qui, après avoir été enlevés, retombent des nuages (*die bisweilen hoch aus den Wolcken wieder herabfallen*), ou par l'élévation de l'eau des rivières et des lacs, ou enfin par l'ascension d'écume ou de poussières.

» Constatons donc qu'il s'agit ici, non pas d'un fait, mais d'une idée préconçue, basée d'une part sur des impressions vagues et sur le simple mouvement extérieur au cyclone des poussières qu'il soulève autour de lui ; d'autre part, sur une idée que la plus simple réflexion sur le mécanisme des fluides aurait dû faire rejeter, à savoir que les couches inférieures se meuvent en convergeant de tous les points de l'horizon, avec violence, vers un orifice idéal mobile, pour se relever verticalement dans l'atmosphère jusqu'aux nuages !

» Comment la direction des arbres abattus ou la chute d'une charrette pleine de pommes de terre, enlevée par la trombe, mais aussitôt déchargée de toutes ses pommes, puis transportée à vide à 150 mètres de là, aurait-elle pu montrer à M. Espy, ou même à M. Bache que : *de toutes parts l'air inférieur se dirige vers le centre du tornado, de manière à produire ensuite dans*

l'axe un mouvement ascensionnel? Voilà un outil tournant avec violence et marchant devant lui avec une vitesse de 20 à 25 mètres par seconde; tous les obstacles qu'il touche sont instantanément renversés; évidemment il y aura dans leur chute quelque chose de symétrique. Ces chutes, diversement orientées, je veux bien les enregistrer comme des faits, mais non certes pas l'étrange conclusion qu'on en tire.

» En définitive, cette étude curieuse des tornados des États-Unis nous rapproche encore plus que les trombes d'Europe des phénomènes analogues du Soleil, et par leurs dimensions colossales, et par leur durée plus grande, et par la frappante identité du sens de leur gyration. Ces phénomènes purement mécaniques, malgré leur caractère apparent d'individualités *sui generis*, tiennent simplement, comme les trombes et les tornados, aux mouvements élémentaires des fluides, et on les retrouve, avec les mêmes caractères extérieurs, partout où de grandes masses gazeuses en mouvement sont mêlées de vapeurs voisines de leur point de condensation. Leur identité saute aux yeux, pour peu qu'on veuille bien les regarder d'un seul et même point de vue.

» On aura pu remarquer que mon opinion est ici basée principalement sur l'évidence fournie par l'apparition dans les tornados terrestres, aussi bien que dans les trombes, d'un cône renversé de vapeurs dont j'ai tâché d'expliquer mécaniquement la formation, la descente, et même en certains cas le dédoublement en cônes opposés comme ceux d'un sablier (1). Ce cône est le prolongement d'un mouvement tourbillonnaire plus vaste situé au-dessus de la couche nuageuse, dans le sein d'un courant linéaire ou à grande courbure. Quant aux cyclones, surtout à ceux qui finissent par englober un espace central calme, j'ai déjà émis l'opinion qu'ils consistent en un mouvement tourbillonnaire bien plus vaste, mais de même nature et de même origine, mouvement que le peu d'épaisseur de l'atmosphère et le voisinage du sol ont empêché de dégénérer par en bas en entonnoir, et qui voyage en s'élargissant de plus en plus et en s'abaissant progressivement. Mais à cette échelle, où la réaction du sol devient prépondérante, les phénomènes sont plus complexes; il y a lieu de tenir compte d'une foule d'observations et de travaux importants dus aux navigateurs et aux météorologistes, et, quoique les bases de la théorie des cyclones me semblent devoir être tout à fait les mêmes que pour les trombes et les tornados amé-

(1) Voir à ce sujet ma Note du 2 mars dernier, et en général, pour toute cette discussion, les numéros des 20 octobre, 17 novembre et 1er décembre 1873. Cf., d'autre part, le livre du Dr Reye, *Die Wirbelstürme*, etc., p. 55-75

ricains, je ne suis pas encore en mesure de m'en occuper. Je me bornerai donc à répéter ici que l'identité des cyclones solaires avec les cyclones terrestres n'est complète et rigoureuse que si on limite les seconds à la forme spéciale des trombes et tornados.

» C'est cette théorie que M. le professeur E. Gautier de Genève vient d'apprécier de la manière suivante dans une Notice très-intéressante sur les protubérances solaires (*Arch. des Sc. ph.*, 1874; t. XLIX, p. 187):

« Dans cette hypothèse, des considérations, ingénieusement motivées par les différentes vitesses de rotation des divers parallèles de la masse solaire et devant produire des mouvements gyratoires à la surface, font assimiler les taches aux tourbillons existant dans les cours d'eau; mais, si cette cause est plausible et produit un effet conforme aux prévisions mécaniques de la théorie, les *faits observés correspondent si mal* avec cette conception que jusqu'ici *aucun astronome* n'a pu l'admettre. »

» C'est justement ce que m'objectait dernièrement M. le Dr Reye : aucun astronome éminent, me disait-il, n'est de votre avis. Je ferai remarquer à MM. les professeurs Reye et E. Gautier que si même leur reproche était fondé, et s'ils étaient en droit de parler publiquement au nom de tous, ce ne serait là que le sort commun à toutes les théories nouvelles : elles ne débutent pas d'ordinaire, comme les grandes découvertes de faits immédiatement vérifiables, par le fracas d'une approbation immédiate et universelle; mais elles se font accepter peu à peu, en raison de la part de vérité qu'elles contiennent et que des juges compétents s'attachent à dégager par la voie de l'examen et de la discussion. Au reste, mes savants adversaires ont bien mal pris leur temps pour parler au nom de tous les astronomes; car voici justement le moment où m'arrivent des approbations, des encouragements (1) qui m'aideront à attendre avec patience l'adhésion de ceux qui se complaisent encore, comme M. Gautier, dans la vieille et stérile hypothèse des scories.

» J'ai souvent expliqué pourquoi cette hypothèse ne saurait mener à rien. L'idée originaire est corrélative de celle d'un liquide incandescent, d'une sorte de lave qui commence à s'éteindre. Or la surface visible du Soleil est bien soumise au refroidissement, mais elle est très-éloignée encore de la période d'extinction; de plus, elle n'est pas liquide : c'est une couche gazeuse et nuageuse où il ne saurait être question de scories. Si l'on veut à toute force en avoir, il faut, comme M. Zœllner, placer le globe liquide un peu au-dessous de la photosphère gazeuse, pratiquer dans celle-ci (sans savoir ni

(1) Voir, à la fin de ma Note du 2 mars, les conclusions fortement motivées d'un récent Mémoire de M. le Directeur de l'Observatoire d'Allegheny U. S.

pourquoi ni comment) de vastes ouvertures coniques par lesquelles le fond liquide, mis à nu et exposé à la radiation vers l'espace, pourra se refroidir, puis se scorifier localement, juste au fond de ces ouvertures! Ou bien on admettra, avec le P. Secchi, que les effusions gazeuses d'hydrogène de la chromosphère, considérées dès lors comme fait primordial non explicable, entraînant des traces de vapeurs métalliques, retombent régulièrement comme des jets bien dirigés avec ces vapeurs refroidies et scorifiées sur la photosphère, la défoncent de quelques centaines de lieues en profondeur, et se maintiennent au fond de ces trous pendant des semaines ou des mois à l'état froid, opaque et noir, malgré les 5 000 000 ou les 169 000 degrés de température qu'on assigne à ce milieu! Voilà pourtant les hypothèses accumulées que M. Gautier signale au public, après deux siècles et demi de travaux sur le Soleil, comme étant l'exacte représentation des faits, et voilà ce qu'il met bien au-dessus des idées auxquelles j'ai été conduit, en dehors de toute hypothèse, par l'étude directe des mouvements de la photosphère. Malgré des travaux d'une science profonde, M. Zœllner n'a pas réussi à donner à l'hypothèse des scories une valeur scientifique. En dépit d'observations fines et délicates, le P. Secchi n'y a rien trouvé que matière à des analogies qui supportent difficilement un instant de réflexion (1). J'ose dire, non pas par voie d'affirmation magistrale, comme mes savants adversaires, mais parce que je crois l'avoir établi par de bonnes raisons, que tous ces efforts sont et resteront en dehors de la science proprement dite, et l'on s'étonnera bientôt qu'à notre époque de pareilles tentatives aient pu séduire des esprits éminents.

» J'ai hâte de me tourner d'un autre côté et, avant de quitter Paris, de répondre en quelques mots à une revendication qui m'a été adressée d'Angleterre. Dans un grand et bel ouvrage qui se trouve depuis le commencement de l'année entre les mains de tous les observateurs : *Contributions to solar Physics*, M. N. Lockyer dit, dans la Préface :

« Pendant que les dernières feuilles de ce livre passaient sous la presse, une très-importante discussion a eu lieu dans le sein de l'Académie de France, au cours de laquelle presque chaque question ayant trait à la physique solaire a été débattue. Je regrette beaucoup qu'il m'ait été impossible d'en faire mention dans le présent volume. On doit, néanmoins, signaler ici, comme satisfaisant pour la science anglaise, que M. Faye, abandonnant la théorie des taches dont j'ai parlé au chapitre IV, a virtuellement adopté, dans le point essentiel, celle qui avait été proposée par les observateurs anglais. »

(1) Voir, par exemple, les p. 609 et 610 des *Comptes rendus*, séance du 2 mars dernier.

» Cette revendication est très-honorable pour mes travaux, et, à un certain point de vue, elle est juste : aussi ai-je d'avance, en toute occasion, signalé ce que je devais à une critique profonde qui m'a été adressée autrefois par les savants anglais; mais il y avait loin, de cette critique très-vraie d'une vieille idée fausse, à la solution à laquelle je suis parvenu plusieurs années après. Je ne puis donc accepter la revendication de M. Lockyer que dans les limites que j'ai moi-même indiquées récemment dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1874, p. 452.

» Au reste il n'arrive guère, en fait de science, que des théories se produisent d'un seul jet, sans parenté quelconque avec le passé, et sans avoir été plus ou moins préparées par des travaux antérieurs. Cela ne se voit guère que dans le domaine de l'hypothèse pure, c'est-à-dire de l'imagination. Ma théorie n'étant pas de ce domaine-là, elle n'échappe pas à la condition commune à tous les travaux vraiment scientifiques, et elle a, dans le passé, des racines que j'ai moi-même cru devoir signaler avec soin, depuis les travaux des éminents astronomes de Kew, jusqu'aux brillants essais de Sir John Herschel et aux si remarquables méditations de Wilson, qui le premier a dit, mais en passant et sans s'y arrêter (les faits essentiels manquaient alors), le mot de l'énigme : *whirlpools.* »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Secousses de tremblements de terre, éprouvées en Algérie, le* 28 *mars* 1874. Lettre de M. **Ch. Sainte-Claire Deville** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Alger, le 31 mars 1874.

» Je vous adresse ci-joint une courte Note relative au tremblement de terre qui a été éprouvé sur une grande partie de l'Algérie, le samedi 28 mars dernier. Cette Note a été rédigée par M. le capitaine du Génie *Brocard,* que le Gouverneur général a bien voulu attacher à notre Service météorologique algérien, sous la direction du commandant supérieur du Génie, à Alger.

» J'étais moi-même, au moment de la double secousse, chez M. Paul Marès, à Khodja-Béry, propriété située vers le pied intérieur du Sahel, et regardant la plaine de la Mitidja et la chaîne de l'Atlas. La première secousse ($11^h 12^m$) m'a paru beaucoup plus violente que la seconde. Celle-ci n'a été qu'une oscillation horizontale assez faible, mais elle a duré trois ou quatre secondes. Le mouvement imprimé aux liquides indiquait sensiblement une direction nord-sud.

» Voici la Note du capitaine Brocard :

« Le territoire d'Alger a éprouvé, dans la matinée du 28 mars, deux oscillations bien marquées : la première, à $11^h 12^m$; la seconde, à $11^h 20^m$. La première, de beaucoup la plus sensible, a duré de sept à dix secondes; elle a fait éprouver au sol, en divers endroits, une variation d'inclinaison d'un degré environ, ainsi qu'il résulte de l'examen de la courbe du séismographe de l'Arsenal.

» On a entendu, pendant le phénomène, un bruit souterrain comparable au roulement lent d'une voiture pesamment chargée.

» Au moment où se sont produites les secousses, il n'y avait personne au bureau de l'Arsenal où se trouve le séismographe, de sorte qu'il n'a pas été possible de remplacer à temps la plaque de verre noirci, pour y faire tracer à part le résultat de la seconde secousse. L'indication de l'instrument offre donc de l'incertitude; ce que l'on peut en conclure avec quelque probabilité, c'est qu'elle a dessiné à très-peu près la cursive anglaise *f*, la grande branche dirigée sensiblement du nord au sud.

» Le style ou burin de l'appareil n'est pas suffisamment effilé; j'ai appelé l'attention sur cet inconvénient grave, auquel il sera facile de remédier.

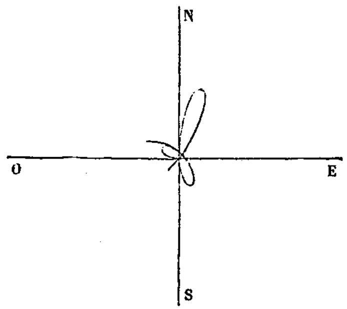
» Le séismographe de hauteur est mal installé et n'a fourni aucune indication. Il y aura lieu de le modifier entièrement.

» Je compte, de mon côté, en établir un à la Chefferie du Génie, avec tous les éléments nécessaires pour indiquer les vibrations longitudinales et les vibrations transversales. J'ai vivement engagé aussi le directeur de l'École normale à construire un séismographe.

» Les oscillations se sont produites avec une certaine douceur, de sorte que l'ébranlement du sol n'a pas sensiblement endommagé les constructions. Dans la ville arabe, il y a eu quelque émotion; beaucoup d'habitants sont sortis précipitamment dans la rue.

» La secousse a dû être plus vive à Cherchell. L'hôpital et la caserne ont été sérieusement endommagés. De fortes lézardes se sont produites dans les constructions de Bou Metfa (ligne du chemin de fer d'Alger à Oran).

Indications fournies par le séismographe de l'Arsenal (échelle $\frac{1}{1}$).



Longueur totale de l'instrument : $1^m,20$.

» Les courbes produites pendant les deux secousses ne peuvent être reconnues sur cette figure pour la raison que nous avons exposée.

» Pendant le tremblement de terre ressenti le 2 janvier 1867, l'indication du séismo-

graphe a donné 35 millimètres de rayon vecteur à l'une des courbes; cette fois, nous avons eu 10 millimètres. Aussi la secousse du 28 mars n'a pas été remarquée à Alger par tout le monde. »

» *P.-S.* — J'ouvre de nouveau ma Lettre pour y introduire les copies de deux télégrammes qui me sont communiqués par M. le commandant d'Ablancourt, directeur du port d'Alger, et qui confirment le renseignement donné ci-dessus sur l'intensité de la secousse à Cherchell.

» J'ai visité le phare du cap Caxine. On y a senti la secousse, mais sans dégâts.

DÉPÊCHE TÉLÉGRAPHIQUE.

« Cherchell, le 28 mars 1874, $11^h 58^m$ du matin.

» *Le commandant du port à M. l'Amiral, Alger.*

» Deux violentes secousses de tremblement de terre viennent de se produire ici; les murs de la Direction lézardés en plusieurs endroits; les plafonds ouverts. Nous restons dehors, craignons de nouvelles secousses. Pas de malheurs en ville. »

DÉPÊCHE TÉLÉGRAPHIQUE.

« Cherchell, le 28 mars 1874, $3^h 15^m$ du soir.

» *Le commandant du port à M. l'Amiral, Alger.*

» Je suis obligé d'évacuer mon logement, les murs et cloisons sont en trop mauvais état : je crains qu'une nouvelle secousse ne jette tout en bas. La troupe est campée en dehors. Le magasin n'a pas souffert. Le logement des marins n'a presque rien. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Toulouse dans les mois de février et mars 1874.* Note de M. F. TISSERAND, présentée par M. Janssen.

« Je viens communiquer à l'Académie les observations des éclipses des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse, durant les deux derniers mois. Je suis heureux de pouvoir lui annoncer, en même temps, que nous avons organisé des observations régulières des taches du Soleil; nous avons pris pour modèle le beau travail de Carrington. L'instrument employé est un équatorial de $0^m,108$ d'ouverture; dans le plan focal sont tendus deux fils de platine perpendiculaires l'un à l'autre; on amène l'un d'eux à faire un angle d'environ 45 degrés avec la direction du mouvement diurne; les fils et l'image du Soleil sont projetés sur un écran, et sur cette projection on observe les passages des bords du Soleil et des taches à travers les fils.

De ces passages, nous déduisons les longitudes et latitudes héliographiques des taches, en adoptant avec Carrington, pour l'inclinaison de l'équateur

solaire sur l'écliptique et la longitude de son nœud ascendant, en 1850,0.

$$I = 7^\circ\, 15', \quad N = 73^\circ\, 40'.$$

» Les longitudes héliographiques nous donnent la valeur de la rotation diurne ξ aux diverses latitudes; les variations de la latitude d'une même tache reconnue stable nous permettront de former les équations propres à déterminer les corrections des éléments I et N de Carrington.

» Nos observations ont commencé le 25 février 1874; nous avons déjà obtenu vingt-huit séries comprenant environ cent quarante positions des taches du Soleil. Chaque jour, nous dessinons ces taches avec soin; nos dessins sont reproduits sur un album qui sera, je l'espère, très-intéressant à consulter, et permettra de suivre les changements survenus dans la forme d'une même tache, tandis que nos mesures nous feront connaître son mouvement.

» J'extrais de nos registres les résultats relatifs à deux taches a et b; je les réunis dans le petit tableau suivant. La première colonne t contient la date de l'observation en temps moyen de Toulouse, exprimée en jours et fractions de jour; la deuxième colonne donne la longitude héliographique l, la troisième la latitude λ. En représentant les longitudes d'une même tache par une expression du premier degré en t

$$(1) \qquad l = l_0 + \xi . t,$$

résolvant les équations par la méthode de Cauchy, on trouve l_0 et ξ; de ξ on déduit la durée de la rotation T; les valeurs de l_0 et ξ reportées dans les équations (1) y laissent des résidus R donnés dans la quatrième colonne du tableau; on voit que ces résidus sont petits, et par suite que les observations sont précises.

t_a	l_a	λ_a	R_a	t_b	l_b	λ_b	R_b
1874, Février 25,017	21°.58'	+13°. 1'	− 3'	1874, Mars 3,983	31°.36'	+10°.31'	−17'
» 26,020	36.33	+12. 7	−11	» 5,058	46.43	+10.28	+ 3
» 28,052	65.20	+12.35	+19	» 6,885	72.47	+10. 6	+14
» 28,984	79. 9	+12.33	− 4	» 7,984	88.48	+10. 4	+ 2
Mars 3,014	108.10	+11.57	+10	» 9,008	103.37	+10. 7	− 6
» 3,983	122. 5	+11.53	+13	» 9,874	115 46	+ 9.53	+11
» 5,058	138. 8	+12.10	−20	» 12,086	147.52	+ 9.30	− 8
$\xi = 14°,41$. T = 24j,98.				$\xi = 14°,37$. T = 25j,08.			

Éclipses des satellites de Jupiter, 1874 (1).

DATE de l'observation.		SATELLITE.	PHÉNOMÈNE.	OBSERVATEURS.	INSTRUMENT.	TEMPS MOYEN de Toulouse.	TEMPS de la *Connaissance des Temps.*	CORRECTION de la *Connaissance des Temps.*
						h m s	h m s	m s
Février	14	I	Disparition.	T	A	9.50.40,5	9.54.18	— 0. 6
»	14	I	»	P	B	9.50.44,0	9.54.18	— 0. 3
»	19	II	Disparition.	T	A	13.50.20,0	13.52.49	+ 1. 2
»	19	II	»	P	B	13.50.18,6	13.52.49	+ 1. 1
»	19	I	»	T	A	17.15.59,7	17.19.17	+ 0.14
»	19	I	»	P	B	17.16.10,7	17.19.17	+ 0.25
»	21	I	Disparition.	T	A	11.44.31,5	11.47.37	+ 0.26
»	21	I	»	P	B	11.44.39,3	11.47.37	+ 0.33
»	26	II	Disparition.	P	B	16.25. 7,9	16.29. 0	— 0.21
»	28	I	Disparition.	T	A	13.37.36,4	13.41. 2	+ 0. 5
»	28	I	»	P	B	13.37.55,7	13.41. 2	+ 0.25
Mars	2	I	Disparition.	P	B	8. 5.52,7	8. 9.24	0. 0
»	7	III	Disparition.	P	B	10.33.48,3	10 33.44	+ 3.35
»	7	I	»	T	A	15.31. 6,8	15.34.34	+ 0. 4
»	7	I	»	P	B	15.31.14,1	15.34.34	+ 0.11
»	23	I	Réapparition.	T	A	15.58.33,2	16. 1.56	+ 0. 8
»	23	I	»	P	B	15.58. 5,7	16. 1.56	— 0.19
»	23	II	»	T	A	16. 9.25,4	16.13.11	— 0.14
»	23	II	»	P	B	16. 9.35,7	16.13.11	— 0. 5
Avril	1	I	»	T	A	12.20.42,2	12.24.15	— 0. 2

CHIMIE. — *Recherches expérimentales sur l'acide sulfurique bihydraté;* par MM. Is. Pierre et Ed. Puchot. (Extrait.)

« C'est par suite de la production d'une quantité considérable de cristaux d'acide sulfurique bihydraté, dans un grand flacon d'acide sulfurique ordinaire un peu affaibli par le temps, que nous avons été conduits à en étudier les propriétés avec un peu plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

» Lorsque, dans un bain à 5 ou 6 degrés au-dessous de zéro, on place un flacon muni d'un thermomètre et contenant de l'acide sulfurique bi-

(1) Les observations ont été faites par M. Tisserand et par M. Perrotin, aide-astronome à l'Observatoire; ces observateurs sont désignés respectivement par les lettres T et P. Les instruments dont on s'est servi sont, d'une part, une lunette A de $0^{m},11$ d'ouverture; de l'autre, une lunette B de $0^{m},15$ d'ouverture. La longitude de l'Observatoire de Toulouse a été supposée égale à $3^{m}\,31^{s},0$.

hydraté, on voit ordinairement ce dernier prendre la température de 7°,5 et donner naissance à des cristaux de plus en plus abondants; tant que la totalité du liquide n'est pas solidifiée, la température intérieure se maintient stationnaire, tandis que la température extérieure du bain s'élève progressivement. La température de l'acide $SO^3, 2HO$ se maintient encore au même point pendant longtemps, lorsque celle du bain extérieur atteint et dépasse même 10 degrés au-dessus de zéro.

» Si, dans un bain à une température *inférieure* à zéro, l'acide $SO^3, 2HO$ prend et conserve si longtemps la température de 7°,5, c'est que, en se solidifiant, il dégage une quantité assez considérable de chaleur latente de fusion, qui maintient le liquide à cette température. Cette dernière ne peut commencer à s'abaisser que lorsque, la totalité du liquide étant solidifiée, les cristaux eux-mêmes se refroidissent.

» De même, lorsque la température du bain extérieur s'élève au-dessus de 7°,5, la chaleur qu'il fournit aux cristaux est employée à leur fusion, et la température de l'acide ne s'élève sensiblement que quand les cristaux sont fondus, c'est-à-dire que, au chiffre près, le phénomène qui se passe à 7°,5 pour l'acide $SO^3, 2HO$ est du même ordre que celui que nous observons sur l'eau pendant sa congélation ou sa fusion.

» Nous avons conservé pendant quarante-huit heures, dans un bain d'eau dont la température est restée sensiblement stationnaire entre 8 et 9 degrés, de l'acide $SO^3, 2HO$ cristallisé, qui, au bout de ce temps, n'avait encore subi qu'un commencement de fusion; le thermomètre, plongé au milieu des cristaux, n'accusait qu'une température de 7°,5. C'est donc à 7°,5 qu'ont lieu la fusion de l'acide sulfurique bihydraté solide et la solidification du même acide liquide.

» L'acide $SO^3, 2HO$ liquide est un des corps sur lesquels il est le plus facile de constater les phénomènes de surfusion : ainsi nous en avons maintenu 500 ou 600 grammes à la température de la glace fondante sans qu'on y vît trace de cristallisation; l'agitation elle-même ne produisait rien. Nous y avons fait tomber alors quelques fragments d'hydrate cristallisé : il s'y est produit aussitôt des cristaux.

» La forme cristalline de l'acide $SO^3, 2HO$ paraît être le prisme rhomboïdal oblique (1).

(1) On obtient quelquefois, au-dessus de cristaux assez volumineux, d'autres cristaux minces, très-allongés. Nous en avons obtenu qui, sur environ 2 millimètres d'épaisseur, avaient jusqu'à 5 ou 6 centimètres de longueur.

» Il est d'observation générale que les substances cristallisées hydratées absorbent de la chaleur en fondant; on sait également que l'acide sulfurique ordinaire produit, en présence d'un excès de neige ou de glace pilée, un mélange réfrigérant. Nous avons pensé que l'acide $SO^3, 2HO$ cristallisé devrait constituer, avec la glace, un mélange réfrigérant plus énergique encore que le précédent. Les résultats numériques suivants montreront que nos prévisions étaient fondées :

Première expérience. — Glace pilée		800gr
» Acide cristallisé		200
Température du mélange	— 25°	
Deuxième expérience. — Glace pilée		800gr
» Acide cristallisé		300
Température du mélange	— 26°,25	
Troisième expérience. — Glace pilée		800gr
» Acide cristallisé		375
Température du mélange	— 26°	

Une partie de la glace s'est pelotonnée en grumeaux au commencement du mélange, comme cela s'observe souvent dans les mélanges de glace et de sel marin.

» Il est resté, dans tous nos essais, une quantité notable de glace non fondue, ce qui permet de penser que, en remplaçant la glace pilée par de la neige regelée en grains, comparable au sel marin de moyenne grosseur, on obtiendrait un abaissement de température plus considérable encore, comparable à celui qu'on obtient avec le mélange de neige et de chlorure de calcium cristallisé.

» Nous avons cherché si l'augmentation de la proportion d'acide cristallisé donnerait des résultats bien différents des précédents; voici ce que nous avons trouvé :

Glace pilée		225gr
Acide cristallisé		100
Température du mélange	— 17°,5 à peine.	

Le maximum d'abaissement de la température semble donc correspondre ici au mélange de 3 parties d'acide contre 8 de glace.

» Nous avons encore cherché à nous rendre compte de la différence des effets thermiques produits, au contact de la glace pilée, par l'acide $SO^3, 2HO$

cristallisé d'une part, et de l'autre par le même acide pris à l'état liquide; voici les résultats observés :

Première expérience. — Glace pilée		800^{gr}
» Acide liquide		200
Température finale du mélange	$-17°,5$	
Deuxième expérience. — Glace pilée		800^{gr}
» Acide liquide		250
Température finale du mélange	$-18°,75$	
Troisième expérience. — Glace pilée		800^{gr}
» Acide liquide		300
Température finale du mélange	$-19°,5$	

Il restait toujours, au moment du maximum d'abaissement de la température, une certaine quantité de glace non fondue; mais ce résidu était un peu moindre dans la deuxième expérience que dans la première, et moindre encore dans la troisième que dans la deuxième.

» Si nous comparons les résultats de cette nouvelle série d'expériences à ceux de la première, nous trouvons qu'il existe, entre les limites d'abaissement de température produit par l'action de l'acide $SO^3, 2HO$ liquide sur la glace et celle que peut produire l'acide cristallisé, à poids égaux de matières réagissantes, une différence d'environ 7 degrés en faveur de ce dernier.

» Nous avons essayé de mettre à profit la plus grande facilité avec laquelle cristallise l'acide sulfurique bihydraté, pour concentrer de l'acide ordinaire à divers degrés; nos essais ont eu des succès divers.

» Ainsi nous avons soumis, à l'action d'un mélange réfrigérant donnant -7 à -8 degrés, de l'acide ordinaire amené à 63 degrés B., c'est-à-dire un peu plus riche en acide réel que l'acide $SO^3, 2HO$. Au bout d'un temps convenable, une partie du liquide se congela; lorsque la congélation parut ne plus faire de progrès, on décanta la partie liquide; elle marquait 64 degrés, c'est-à-dire qu'elle était plus concentrée que l'acide primitivement employé. La partie solidifiée possédait tous les caractères fondamentaux de l'acide bihydraté.

» Sous l'influence d'un refroidissement suffisant, l'acide sulfurique ordinaire, affaibli, mais ne contenant pas encore 2 équivalents d'eau, peut donc se dédoubler en acide bihydraté cristallisé et en acide plus concentré. Mais s'il est possible de concentrer, par cristallisation, de l'acide sulfurique dont l'état d'hydratation est compris entre 1 et 2 équivalents d'eau pour

1 équivalent d'acide, il doit être beaucoup plus difficile de concentrer, par le même moyen, l'acide plus faible; du moins les essais que nous avons tentés dans cette voie n'ont pas réussi à des températures de — 8 à — 10 degrés, même sous l'influence de l'addition de petits cristaux d'acide bihydraté. »

M. Carpenter, Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, présente à l'Académie, au nom des Lords commissaires de l'Amirauté anglaise, le Rapport du capitaine Nares, du *Challenger*, sur la stratification thermale des eaux de l'océan Atlantique.

« Les températures ont été déterminées par des sondages méthodiques, effectués toutes les 100 brasses, jusqu'à 1500 brasses, et pour des profondeurs plus grandes, toutes les 250 brasses, avec des thermomètres protégés contre la pression. A l'aide de ces observations, on a construit des sections, montrant, par des bandes coloriées, séparées par des lignes isothermes, la stratification thermale, en descendant depuis la surface jusqu'au fond. Chaque bande représente une couche où la température varie de 5 degrés F. (2°,8 C.), depuis 78 degrés F. (25°,5 C.) jusqu'à 40 degrés F. (4°,4 C.); au-dessous de cette dernière température, chaque ligne représente un abaissement de 1 degré F. (0°,55 C.), descendant jusqu'au zéro C.

» On voit ainsi que la plus grande partie de l'eau de ce grand bassin océanique doit être de l'eau polaire; en effet, les conditions thermales de la mer Méditerranée, rapprochées d'autres observations semblables, montrent que, si l'influence de l'eau polaire était entièrement éliminée de certains bassins, la température de la mer dans ces bassins, au-dessous de la couche superficielle, serait en chaque point la température isochimène (température moyenne de l'hiver) de ce point.

» On constate encore, par les résultats obtenus, que la température profonde de l'Atlantique sud est plus basse que celle de l'Atlantique nord, et que l'eau polaire s'y trouve plus près de la surface; c'est ce qui a été prévu par M. Carpenter, d'après la largeur de la communication qui existe entre l'Atlantique sud et la zone antarctique, tandis qu'il n'y a qu'une communication étroite entre l'Atlantique nord et le bassin arctique.

» Dans la région intertropicale, et surtout au voisinage de l'équateur, on rencontre l'eau polaire à une moins grande profondeur au-dessous de la surface, que dans les régions extra-tropicales; l'isotherme de 40 degrés F. (4°,4 C.) se trouve seulement à 300 brasses; sous l'équateur, la

masse entière de l'eau de mer, depuis la profondeur de 300 brasses jusqu'au fond, à 2500 brasses, est à une température *polaire*, comprise entre 4°,4 C. et zéro.

» Les observations antérieures avaient montré l'abaissement de la température en plusieurs points au fond de l'Océan; on avait pensé que cet abaissement était le résultat des *courants* polaires. Déjà, en 1847, Pouillet avait émis l'opinion que les résultats obtenus sur la température des eaux des mers confirmaient l'opinion qu'il y avait un courant supérieur portant les eaux chaudes des tropiques vers les mers polaires, et un courant inférieur portant les eaux froides des pôles vers l'équateur. Les observations faites dans les expéditions du navire *Porcupine*, en 1869 et 1870, avaient conduit M. Carpenter à penser qu'il n'y a pas là des courants spéciaux, mais un mouvement général de deux grandes couches : une couche inférieure coulant lentement des pôles vers l'équateur, et une couche supérieure coulant lentement de l'équateur vers les pôles. Ce dernier mouvement paraît être tout à fait indépendant des courants horizontaux déterminés par des vents, et il s'étend à une profondeur beaucoup plus grande. En effet, les observations prises à l'ouest des Paroes ont montré que la température est au-dessus de la température isochimène, jusqu'à la profondeur de 700 brasses, et que cette température est presque la même entre 100 et 700 brasses que celle de la couche correspondante dans le voisinage de Lisbonne, quoique la température de la couche superficielle de 100 brasses soit celle de l'atmosphère.

» Donc, comme la température plus basse de la couche inférieure tout entière indique un mouvement de l'eau polaire vers l'équateur, la température plus élevée de cette couche supérieure, qui n'atteint pas 700 brasses, indique un mouvement en masse vers les pôles.

» La force avec laquelle ce double mouvement se produit a son origine, selon M. Carpenter, dans l'action superficielle du froid polaire, qui fait descendre constamment l'eau dont la densité s'accroît avec l'abaissement de la température. Cette eau, descendant au fond, produit à la surface un afflux de l'eau environnante, qui se refroidit et descend à son tour : il se produit ainsi un appel continu de l'eau du fond du bassin polaire.

» Dans les mers équatoriales, au contraire, les deux courants polaires se rencontrent, et l'eau remonte vers la surface, pour remplacer l'eau de la couche supérieure qui a été attirée vers les pôles. C'est ainsi que l'eau polaire, comme M. Carpenter l'avait prévu, se trouve au voisinage de la sur-

face dans la mer Atlantique équatoriale. La couche superficielle est très-peu profonde en ces points, à cause de l'appel de l'eau échauffée vers les deux pôles; l'influence de la radiation solaire est d'ailleurs limitée à une faible profondeur. La transmission de cette influence jusqu'à la profondeur de 300 brasses semble due bien moins à la pénétration directe des rayons qu'à la diffusion des couches échauffées qui sont descendues en vertu d'un accroissement de concentration saline, à cause de l'évaporation produite à la surface.

» Cette ascension de l'eau, des parties profondes jusqu'à la surface, sous l'équateur, est indiquée aussi par des observations comparatives sur la densité de l'eau à la surface et au fond. En effet, tandis que, dans les mers Atlantiques extra-tropicales, la densité de l'eau des couches superficielles est de beaucoup supérieure à celle de l'eau polaire des couches profondes, on trouve, dans les mers équatoriales, que la densité de l'eau des couches superficielles est précisément la même que celle de l'eau des couches profondes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉROSTATION. — *Ascension scientifique à grande hauteur, exécutée le 22 mars 1874.* Note de MM. **J. Crocé-Spinelli** et **Sivel**, présentée par M. Janssen.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

» Certains des résultats importants qu'on retirerait, aux points de vue météorologique, physiologique et même astronomique, des ascensions aérostatiques à grande hauteur, nous prîmes la résolution de suivre les traces de Gay-Lussac, de MM. Barral et Bixio et surtout celles de M. Glaisher. Le Ministère de l'Instruction publique voulut bien entrer dans une partie des frais de l'ascension, la Société française de Navigation aérienne nous patronna et plusieurs de ses membres, parmi lesquels nous citerons MM. Janssen, Hervé Mangon et Bert, et aussi MM. Hureau de Villeneuve, Pénaud et Jobert nous donnèrent des conseils, nous chargèrent de points à étudier et nous prêtèrent un grand nombre d'instruments.

» Notre voyage aérien s'effectua le 22 mars 1874 à bord de l'*Étoile polaire*, aérostat de 2800 mètres cubes appartenant à M. Sivel et emportant une nacelle capitonnée intérieurement sur les conseils de M. Janssen, pour diminuer l'intensité du choc à terre dans la descente et la sensation du froid. De plus, pour rendre l'arrêt moins brusque dans le traînage, le câble de

l'ancre était muni de *cônes*, sortes de coulants à frottement progressif, imaginés par M. Sivel et qui ont donné d'excellents résultats.

» Partis de l'usine à gaz de la Villette à 11h33m du matin, nous atteignîmes notre point culminant à 1h30m. La pression barométrique était alors de 300 millimètres de mercure correspondant à une altitude corrigée d'environ 7300 mètres. La température qui, à terre, était de + 13° s'était alors abaissée à — 22°. L'altitude était donnée par un excellent baromètre holostérique descendant jusqu'à 16 centimètres de mercure et par des baromètres témoins cachetés : ces deux instruments nous avaient été prêtés par M. Janssen. La descente s'effectua près de Bar-sur-Seine à 2h12m, après un trajet de 190 kilomètres dans deux couches aériennes de vitesse et de direction différentes.

» Aujourd'hui, nous ne nous attacherons qu'aux observations spectroscopiques et physiologiques, ainsi qu'aux expériences sur les pigeons voyageurs, nous réservant d'insister dans une prochaine Note sur les faits météorologiques.

» M. Janssen avait prêté à M. Crocé-Spinelli un petit spectroscope, en lui indiquant les points à observer. Il s'agissait surtout de savoir ce que devenaient dans les hautes régions les deux bandes obscures qui se trouvent à droite et à gauche de la double raie du sodium et qui sont celles de la vapeur d'eau. M. Janssen, qui leur attribue une origine terrestre, pensait que, si l'on s'élevait suffisamment haut dans l'atmosphère pour laisser au-dessous de soi presque toute la vapeur d'eau, les bandes devraient devenir tout à fait invisibles. Suivant le P. Secchi, au contraire, qui admet de la vapeur d'eau dans le Soleil, les bandes devaient persister. Les observations faites semblent donner raison à M. Janssen. A 5500 mètres environ la bande à droite de la raie du sodium ne se voyait plus, et celle de gauche disparaissait à son tour vers 7000 mètres. Les raies E et surtout F étaient, par contre, très-visibles et plus accentuées qu'à la surface du sol. Le rouge s'était foncé, et dans cette couleur on apercevait difficilement les raies B et C.

» Suivant la position de l'instrument par rapport au Soleil le spectre différait beaucoup : du côté opposé à l'astre on n'apercevait qu'un spectre incomplet et des raies peu marquées; au-dessus de 6000 mètres on ne voyait plus même que la partie jaune, sans raies. D'autre part la vision directe du Soleil était impossible avec ce spectroscope; il fallait regarder sous un angle de 5 à 7 degrés.

» Nous appuyant sur les théories de M. Bert, qui conseille l'inspiration

d'oxygène pour résister aux effets de la raréfaction de l'air, qui produisit chez les rares explorateurs des hautes régions ces malaises, ces torpeurs qui allèrent même jusqu'à l'évanouissement chez M. Glaisher, nous avions emporté des ballonnets pleins de gaz oxygène.

» Nous ressentîmes dans notre voyage des impressions analogues à celles que nous avions éprouvées dans les cloches à dépression de M. Bert, où nous étions entrés quelques jours avant l'ascension pour descendre jusqu'à la pression de 304 millimètres. Cependant, dans la nacelle, où nous arrivâmes à 300 millimètres, le malaise était bien plus vif que dans la cloche, ce qui doit être attribué au travail plus considérable effectué, au grand abaissement de la température et à la durée du séjour dans les couches élevées. Tandis que dans la nacelle nous avons subi un froid de 22 à 24 degrés, nous n'avions qu'une température constante de + 13° pendant la dépression à terre; de plus, le séjour dans la cloche ne fut que d'une heure, ce qui est presque la durée des ascensions à grande hauteur au-dessus de 7000 mètres, tandis que nous restâmes deux heures quarante minutes en l'air et une heure quarante-cinq minutes au-dessus de 5000 mètres. Ajoutons que dans la cloche l'oxygène pur que nous inspirions nous produisit des étourdissements analogues à ceux de l'ivresse et qu'au contraire nous nous trouvâmes très-bien des deux mélanges, l'un à 40 pour 100 d'oxygène et 60 pour 100 d'azote et l'autre à 70 pour 100 d'oxygène et 30 pour 100 d'azote, que M. Bert nous avait fournis pour notre ascension.

» Nous commençâmes à respirer le mélange à 40 pour 100 à partir de 4600 mètres et jusqu'à 6000 mètres; nous eûmes recours à celui à 70 pour 100 dans les grandes hauteurs, parce que le moins riche était insuffisant, surtout pour M. Crocé-Spinelli. Dans les régions les plus raréfiées nous dûmes tous deux laisser dans la bouche les tuyaux de caoutchouc qui correspondaient aux ballonnets. Nous respirions ainsi de temps en temps en ayant soin de serrer avec les dents l'ajutage élastique quand nous nous sentions mieux. Lorsque M. Sivel jetait du lest, ce qui l'empêchait de respirer du gaz, les sacs de 15 kilogrammes lui semblaient en peser 100.

» Pour M. Crocé-Spinelli, tempérament lymphatico-nerveux, les effets étaient bien autrement marqués que pour M. Sivel, homme très-vigoureux, de tempérament sanguin. Lorsque le premier ne respirait plus d'oxygène, il était obligé de s'asseoir sur un sac du lest et de faire ses observations, immobile dans cette position. Pendant l'absorption du gaz comburant, il se sentait renaître, et, après une dizaine d'inspirations, il pouvait se lever, causer gaiement, regarder le sol avec attention et faire les observations

délicates. L'esprit était précis et la mémoire excellente. Pour voir dans le spectroscope il lui fallait inspirer ce gaz justement appelé *vital;* les raies, d'abord confuses, devenaient alors très-nettes.

» L'oxygène produisit encore chez M. Crocé-Spinelli un effet dont l'explication est facile, après ce qui vient d'être dit. Pour réagir contre les effets combinés du froid et de la raréfaction, il essaya de manger. Le résultat ne fut d'abord pas favorable; mais, ayant eu l'idée de respirer en même temps de l'oxygène, il sentit l'appétit revenir et la digestion s'opérer facilement. Quant au pouls, il marquait chez lui, entre les hauteurs de 6500 et 7400 mètres, 140 pulsations avant l'inspiration et 120 tout de suite après. Son pouls à terre est de 80 en moyenne.

» Nous n'eûmes, ni l'un ni l'autre, ces saignements du nez, des lèvres et des oreilles dont s'était plaint Gay-Lussac, bien que la face fût devenue très-rouge et les muqueuses presque noires. Nous ressentîmes, par moments, comme dans la cloche, de la chaleur à la face et des picotements dans la tête. Le front, par instants, semblait serré comme dans un étau, et l'on avait la sensation d'une barre dure, de faible diamètre, que l'on appuierait très-fortement un peu au-dessus des sourcils. Une inspiration d'oxygène faisait disparaître en grande partie les sensations douloureuses.

» La descente s'opéra presque sans lest et sans oxygène : la provision, dont M. Crocé-Spinelli avait absorbé les deux tiers, était épuisée. Vers 4000 mètres, alors que la température était remontée à $-7°$, M. Sivel fut pris d'un tremblement très-fort et d'un malaise extrême. Sa figure était contractée, et sa bouche était ouverte avec un certain rictus. Son compagnon, moins vigoureux cependant, ne ressentait alors qu'un froid très-sensible produit par le passage rapide dans l'air. Tandis qu'à $-22°$ nous ne ressentions tous deux qu'une sensation de froid assez faible, parce que l'air était calme, nous grelottions dans la descente rapide. Il y avait d'ailleurs certainement une autre cause du malaise de M. Sivel : peut-être avait-il trop travaillé. Ce malaise disparut complétement à 2500 mètres.

» Nous avions des compagnons de nacelle; nous possédions, en effet, des pigeons voyageurs qui nous avaient été prêtés par M. Van Roosbecke. Quatre pigeons, choisis parmi les meilleurs coureurs, se trouvaient dans une cage avec la plume préparée qui devait recevoir la dépêche. Ils semblaient fort mal à l'aise dans les hautes régions; ils s'appuyaient sur le ventre et avaient leurs paupières baissées.

» Le premier pigeon fut lancé à 5000 mètres une demi-heure après le

départ. Il commença par battre des ailes, se soutint quelques instants en cherchant à remonter sur sa cage; puis, voyant que ses efforts étaient vains, il descendit, les ailes étendues, en décrivant des courbes de 200 à 300 mètres de diamètre, et cela avec une effrayante vitesse de translation d'environ 40 à 50 mètres par seconde. C'est le seul qui soit revenu avec sa dépêche, et cela, après avoir mis plus de trente heures pour arriver à destination. Le second, lancé après le départ, vers 5200 mètres, se comporta de même. Il eut cependant la force de remonter en volant sur sa cage.

» Les deux autres furent conservés pour la descente à terre. L'un se sauva pendant le court traînage de la nacelle à terre et l'autre fut lancé à 4 heures du soir. Posé sur le bord de la nacelle, entouré d'un cercle de spectateurs nombreux, il hésita longtemps en se tournant de tous les côtés, puis enfin s'éleva en décrivant des courbes de 200 à 500 mètres, et finit par rejoindre la Seine qui coulait à 1 kilomètre, et dont il parut suivre le cours. »

PHYSIQUE. — *Action du fluide électrique sur les gaz.* 3e Note de M. Neyreneuf.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Les expériences déjà signalées dans deux Notes précédentes (1) ont été faites avec une machine de Holtz, qui permet de produire en même temps les effets d'attraction par une pointe négative et de répulsion d'une flamme par une pointe positive. Elles réussissent bien avec la machine de Ramsden et aussi avec la bouteille de Leyde. Dans ce dernier cas, l'effet de répulsion de la flamme commence à se produire à une distance assez grande, qui peut atteindre 40 centimètres.

» Avec l'étincelle d'induction, on n'obtient absolument aucun effet, comme l'a remarqué M. du Moncel. On peut cependant, en faisant communiquer la pointe avec le pôle extérieur positif, alors que l'autre pôle est isolé, obtenir un écrasement marqué.

» Les effets observés sur les flammes sont-ils dus à l'action simultanée des deux électricités, ou bien chacune agit-elle séparément? Il suffira, pour résoudre la question, d'interposer, entre la flamme et la pointe, un diaphragme s'opposant à l'établissement d'un courant gazeux. On constate

(1) Voir *Comptes rendus*, tome LXXVI, p. 1000 et 1351.

facilement, avec des plaques de verre, de soufre, de gomme laque, que le rabattement est aussi énergique après qu'avant leur interposition. On le constate aussi avec une lame conductrice, en communication avec le sol. Cette dernière disposition constitue une démonstration simple de la propagation en ligne courbe de l'induction.

» Ainsi l'électricité négative attire la flamme que repousse l'électricité positive. Ce résultat n'est nullement en contradiction avec celui qui a été établi déjà au sujet des effets mécaniques du *courant électrique*. Faraday a, en effet, établi dans ses *Recherches expérimentales* (11e série) qu'il ne se présente jamais de cas dans lequel on puisse donner une charge absolue d'une seule espèce d'électricité. Le courant électrique existe donc toujours, et, suivant le sens de sa propagation, il produit toujours en un point quelconque le même effet d'attraction ou de répulsion.

» On peut se demander si ces effets inverses ne se produisent pas sur les gaz à la température ordinaire. Pour le montrer, on installe, aux extrémités d'un cylindre de verre, deux pointes en communication avec la machine de Holtz, et deux tubes de verre, l'un de gros diamètre, l'autre de diamètre beaucoup plus petit. Par le premier, arrive du gaz d'éclairage qui permet de produire une petite flamme à l'extrémité extérieure du dernier. La variation de force vive de la masse totale étant très-petite, on conçoit que l'on puisse observer l'existence, dans l'intérieur du cylindre, d'un mouvement vibratoire dû aux actions concordantes des deux pointes. Des agitations assez vives se communiquent en effet à la flamme, comme dans l'expérience de König, sur les tuyaux sonores.

» Ces agitations dépendent de la position de l'ouverture intérieure du tube de petit diamètre. Elles sont beaucoup plus marquées quand le courant électrique est de même sens que le courant gazeux, ce qui empêche d'attribuer l'effet signalé à l'électrisation des parois internes du cylindre. Elles sont moins marquées pour l'hydrogène que pour le gaz d'éclairage.

» J'espère pouvoir bientôt utiliser tous ces faits, pour établir une explication satisfaisante des stratifications de la lumière électrique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé pour l'étude et le dosage de l'alcool des vins.* Note de M. DUCLAUX.

(Commissaires : MM. Pasteur, Berthelot.)

« Lorsqu'à un certain volume d'eau on ajoute des quantités d'alcool de plus en plus considérables, on diminue à la fois la densité et la tension

superficielle des mélanges obtenus, et, par suite, on voit augmenter le nombre des gouttes qu'ils fournissent quand on les fait écouler lentement par un orifice déterminé. Si l'on donne à cet orifice des dimensions constantes, le nombre de gouttes correspondant à chaque mélange alcoolique est constant aussi, et les variations qu'il subit, d'un mélange à un autre, sont assez grandes pour qu'on puisse fonder sur cette remarque un procédé alcoométrique très-sensible, dans les limites où l'alcoomètre ordinaire est paresseux et incertain dans ses indications.

» L'instrument que je propose est un *compte-gouttes-pipette* très-simple, du volume de 5 centimètres cubes. On le remplit de l'alcool à étudier, et on laisse couler, en comptant le nombre des gouttes. On en conclut le titre alcoolique, au moyen de tables que j'ai dressées pour diverses températures. Mais là ne se borne pas l'utilité de ce petit appareil.

» Je m'en sers d'abord pour trouver, avec une approximation très-grande et sans distillation préalable, le titre alcoolique des vins. Dans ces liquides, la densité varie, comme on sait, très-peu, et est toujours très-voisine de celle de l'eau. D'un autre côté, je montre que leur tension superficielle dépend uniquement de l'alcool qu'ils renferment. Il suffit donc de les faire écouler au travers du compte-gouttes, pour savoir ce qu'ils ont d'alcool, et je donne encore pour cela des tables de correspondance pour diverses températures.

» Enfin si l'on ajoute, à un alcool ou à de l'eau, de faibles traces d'une substance à équivalent organique élevé, et par conséquent à tension superficielle faible, tels que l'éther acétique, l'alcool butylique, amylique, etc., le nombre de gouttes de cet alcool ou de l'eau s'élève très-sensiblement. On peut, par exemple, produire un effet mesurable avec $\frac{1}{4000}$ d'éther acétique. Le compte-gouttes peut donc permettre d'étudier et de suivre des réactions se produisant entre des quantités presque infinitésimales de matière, ou bien de déceler les proportions de certaines substances qu'aucun autre procédé n'indiquerait, et d'en mesurer approximativement les proportions.

» Je m'en suis servi pour l'examen des alcools que l'on retire des vins par distillation, et je puis, à son aide et en opérant sur quelques centimètres cubes de liquide, voir s'ils renferment plus ou moins de matières autres que l'alcool. J'ai pu isoler ces matières et constater qu'elles sont très-probablement des alcools de degrés supérieurs.

» Ne pouvant, à cause du manque de matériaux, en faire l'étude approfondie, j'ai essayé de voir d'où elles provenaient; j'ai constaté qu'il ne s'en

produisait pas lorsque la fermentation était normale et régulière, mais qu'il s'en formait sous l'influence des ferments des maladies du vin, et j'ai rapporté à l'action de ces deux ferments celles que j'ai trouvées en assez grande abondance dans le chapeau de la vendange. C'est là, à peu près, la seule voie par laquelle elles s'introduisent dans les vins sains et bien conservés, où elles n'existent jamais qu'en proportions tout à fait infinitésimales; mais dans les vins malades, elles peuvent devenir sensibles au goût. »

ASTRONOMIE. — *Note accompagnant la présentation de nouveaux objectifs astronomiques de grandes dimensions;* par M. SECRETAN.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie que je suis arrivé à construire des objectifs astronomiques de grandes dimensions qui ne laissent rien d'important à désirer.

» Me sera-t-il permis de faire remarquer que nous faisons maintenant, en France, des objectifs aussi bons et meilleurs qu'à l'étranger; il ne paraît plus y avoir désormais aucune raison pour que les astronomes français aillent les chercher au loin (1).

» L'objectif que je mets sous les yeux de l'Académie a 24 centimètres de diamètre (9 pouces) son foyer est de $3^m,25$. Le prix est de 6300 francs.

» Nous avons un objectif de 16 centimètres et un autre de 19 qui sont terminés et dont la collimation, faite avec soin, permet d'affirmer qu'ils sont aussi bons que le précédent.

» Nous construisons actuellement un objectif de 21 centimètres, un de 27, un de 32 et un de 38; rien ne nous fait craindre de ne pas arriver au même résultat. Si l'Académie veut bien me permettre de lui présenter de nouveau de nos produits, j'aurai l'honneur de lui soumettre l'un de ces derniers, aussitôt qu'il sera achevé.

» Ces objectifs ne sont débordés ni à la gouttière, ni même à la barre, mais tournés au diamant noir, sur un tour horizontal et au support à chariot, ce qui permet d'arriver à un ajustage parfait sur la monture. »

(1) Les quatre objectifs de 20 centimètres des équatoriaux destinés à l'observation du passage de Vénus ont été fabriqués à Paris, dans les ateliers de M. Évrard.

(*Note du Secrétaire perpétuel.*)

ÉLECTROTHÉRAPIE. — *Sur un nouveau couple, préparé spécialement pour l'application des courants continus à la thérapeutique.* Note de M. **J. Morin**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Bouillaud, Larrey.)

« Dans une Note présentée à l'Académie (1) j'ai décrit un couple à sulfate de cuivre, dont je proposais l'usage en électrothérapie, et dans lequel on évite complétement la précipitation du cuivre, soit sur le diaphragme, soit sur le zinc lui-même. J'ai pu ainsi construire des éléments fermés, qui fonctionnent encore depuis deux ans et demi; malheureusement la force électromotrice du couple à sulfate de cuivre est minime, et si son usage convient particulièrement dans l'application de la méthode de M. Le Fort, il n'en est pas de même lorsqu'on a recours à la méthode de M. Remak. Dans le premier cas, quelques couples suffisent pour obtenir le résultat nécessaire, l'intensité modérée du courant étant compensée par la durée prolongée de l'application; dans la méthode de M. Remak, au contraire, on doit agir avec un grand nombre d'éléments, pendant quelques minutes seulement; quelle que soit la disposition adoptée pour le couple à sulfate de cuivre, il n'en faut pas moins un nombre d'éléments assez considérable : j'ai vu M. Remak, à l'hôpital de la Charité, en employer jusqu'à quatre-vingts.

» C'est dans le but d'éviter l'inconvénient d'appareils aussi volumineux et aussi coûteux que je viens de construire un nouveau couple dont la force électromotrice est de beaucoup supérieure à celle des éléments employés jusqu'à ce jour. Ce couple a une grande analogie avec celui de Bunsen, auquel il est à peine inférieur sous le rapport de la force électromotrice; le charbon central, au lieu de plonger dans l'acide nitrique, est entouré d'un sel chromique dont la préparation est due à M. Faucher; ce sel représente à peu près, sauf l'eau, la constitution chimique de la solution de Jacobi. Il se dissout, au fur et à mesure, par l'intermédiaire de l'eau qui baigne le zinc.

» On aura une idée de l'avantage du nouveau procédé, lorsque je dirai que, pour produire un effet déterminé, l'appareil à réaction chromique est réduit au *huitième* environ du volume de l'appareil à sulfate de cuivre. Ces éléments n'exigent ni entretien ni surveillance : ils sont fermés, et sont par conséquent d'un transport facile.

(1) *Comptes rendus*, séance du 24 juin 1872, t. LXXIV, p. 1560.

» Quelques-uns de ces éléments fonctionnent depuis plusieurs mois et permettent d'espérer une durée considérable, eu égard à l'état dans lequel ils se trouvent actuellement. »

MÉCANIQUE. — *Sur un système de signaux d'alarme continus, pour prévenir la rencontre des chemins de fer ou des navires en mer, par les temps brumeux.* Note de M. **C.-J. de Mat.** (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des Chemins de fer.)

« ... Dans mon appareil, l'air est comprimé à 9 ou 10 atmosphères dans un réservoir cylindrique, long de 3 mètres sur 40 centimètres de diamètre. Une tubulure, de 3 centimètres intérieurs, conduit l'air comprimé à un jeu de trois tuyaux d'orgue pouvant sonner isolément ou réunis, suivant les circonstances. La première note, grave, donne le contre *do* du diapason; la deuxième note, le *mi* de la tierce; la troisième note, le *sol* de la quinte, comme il suit :

» 1° En temps de brouillard ou de nuit close, le *do* seul se fait entendre, ainsi que le *do* du train s'avançant à la rencontre, sur la deuxième ligne ferrée;

» 2° Pour s'assurer de la bonne marche, le plus diligent des deux conducteurs sonne le *mi* aussitôt qu'il a perçu le son du *do* du deuxième train. Celui-ci ne transmet son *mi* qu'après s'être assuré qu'il se trouve bien sur la ligne qu'il doit parcourir. Cela fait, les deux *sol* se font entendre.

» Les mêmes signaux du *do* et du *mi* réunis sont transmis lorsque l'un des trains est en retard; il ne reprend son *do* seul qu'après avoir repris sa marche normale.

» Tout train arrêté court dans sa marche, par la rupture d'un essieu ou par toute autre cause, ne cesse de faire entendre son *do*, tout comme s'il était en marche.... »

GÉOLOGIE. — *Considérations géologiques sur l'origine probable du terrain de transport dit* diluvien. Note de M. **E. Robert.** (Extrait.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Brongniart.)

« Dans une Communication récente *sur les phénomènes géologiques anciens de la vallée de l'Aisne* (1), j'ai été conduit à penser que le relief actuel

(1) *Comptes rendus*, p. 489 de ce volume.

de la contrée est dû à l'épanchement brusque d'un grand lac, à la suite d'un soulèvement de l'écorce terrestre.

» D'abord, y a-t-il eu un ou plusieurs lacs d'une certaine étendue, capables dans leur échappement simultané, après avoir rompu les digues qui les séparaient, d'entraîner des masses considérables de roches qui auraient formé ensuite tantôt des cailloux roulés, tantôt du gravier ou des sables plus ou moins argileux; capables enfin de faire périr les animaux qui vivaient sur leurs rives? Nous le croyons.

» Admettons que les lacs Supérieur, Michigan, Huron, Erié, Ontario, qui communiquent entre eux, viennent à se vider tout à coup; rien ne pourrait résister à l'impétuosité des eaux. Tout ce qui vit dans les plaines basses et sur le parcours des eaux d'écoulement serait inévitablement détruit. Les études géologiques de notre continent sont là pour témoigner qu'autrefois il y a eu un ou plusieurs lacs comparables par leurs dimensions à ceux de l'Amérique septentrionale.

» Quels sont les matériaux entraînés par l'épanchement de nos lacs supposés, et dont les dépôts puissants constitueraient ce que l'on est convenu d'appeler *diluvium* ou terrain de transport? Nous l'avons déjà dit : ce sont des cailloux roulés, arrachés incontestablement à la craie de la Champagne pouilleuse et aux divers étages du terrain tertiaire; je n'ai jamais pu rencontrer autre chose que des silex pyromaques, du calcaire grossier et d'eau douce, des meulières et du grès tertiaire (1). On n'y a jamais trouvé, que je sache, le moindre vestige de produit marin qui pût faire soupçonner que les eaux qui ont ainsi bouleversé le nord de la France venaient de l'Océan. A plus forte raison aurait-on dû observer, dans cette supposition, des roches primitives provenant des pays scandinaves par exemple; or, pas le plus petit fragment de gneiss, de granite ou de porphyre. J'ai bien recueilli dans la vallée de l'Aisne des cailloux de quartzite blanc jaunâtre (ils sont même très-abondants sur les plateaux au-dessus de Vailly); mais j'ai fini par avoir la presque certitude qu'ils proviennent de filons de quartz dans les roches phylladiennes de la Belgique, avec lesquelles on macadamise aujourd'hui les routes départementales de l'Aisne; il y a du moins analogie parfaite dans les caractères minéralogiques.

(1) Il ne faut pas confondre avec ces cailloux les quelques roches granitiques ou porphyroïdes qui se trouvent dans les atterrissements de la Seine. Celles-ci viennent évidemment de la haute Bourgogne ou du Morvan où ce fleuve prend sa source et ont été charriées par les grandes crues.

» La chose qui frappe le plus, quand on examine les traces de la grande irruption aqueuse qui s'est fait sentir si vigoureusement dans nos contrées, ce sont les érosions profondes remplies de cailloux roulés et de limon rougeâtre, que l'exploitation des bancs calcaires sur les flancs des vallées permet de constater. Quelque étendus qu'eussent été les glaciers, il est bien difficile d'admettre que leur fusion, si rapide qu'elle ait pu être, ait produit un tel effet.

» Au contraire, un soulèvement ou un bossèlement peuvent seuls donner une explication satisfaisante de cette grande révolution terrestre, qui a laissé des traces si profondes dans notre hémisphère : partout, dans le bassin de Paris, où l'on exploite le calcaire marin grossier, on peut voir que les couches sont légèrement inclinées du nord-est au sud-ouest (nous en avons cité des exemples très-manifestes) ; de plus, elles sont fracturées perpendiculairement à leur assiette, et les fissures sont remplies de limon rougeâtre fortement condensé, identique à celui du *diluvium* répandu sur les plateaux. La craie, qui forme une énorme protubérance au bord de la vallée de l'Oise, sur la rive droite et au nord-ouest de Précy, offre très-nettement cette particularité : pendant que ce terrain surgissait dans la vallée de l'Oise, qui s'élargit considérablement sur ce point (on serait tenté d'y voir le périmètre d'un cratère de soulèvement circonscrit par les hauteurs en demi-cercle, souvent escarpées, de Précy, Blincourt, Toutevoye, Gouvieux, Coye, etc.), les couches crétacées, disons-nous, légèrement inclinées vers Beaumont-le-Vicomte, où elles finissent par disparaître tout à fait sous le *diluvium* de la vallée, se fendillaient perpendiculairement à l'horizon, et du limon rougeâtre pénétrait jusque dans les fentes. Il y a quelque chose de plus instructif encore, c'est que ces fentes coupent, plus ou moins obliquement, des filons de silex pyromaque, qui ne sont autre chose que d'anciennes crevasses produites par un soulèvement ou un tremblement de terre antérieur, alors que la craie était encore au sein des eaux marines, lesquelles crevasses se sont remplies de silex pyromaque, de même nature que les silex en rognons disséminés dans les couches crayeuses.

» En résumé, ce qu'on appelle *terrain de transport* ou *diluvien* ne serait, suivant nous, que le résultat d'un immense soulèvement ou bossèlement de l'écorce terrestre, qui aurait fait disparaître brusquement les grands lacs recouvrant autrefois une grande partie de l'Europe, comme il en existe encore dans le nord de l'Amérique ; ce qui n'empêche pas que le surgissement des grandes chaînes de montagnes n'ait pu y être étranger, si toutefois il n'en a pas été la cause déterminante. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi des alcalis du goudron de houille à la destruction du Phylloxera;* par M. Alph. Rommier.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans la précédente séance, à propos de l'application du goudron de houille à la destruction du Phylloxera, M. P. Thenard a bien voulu réclamer en notre faveur l'idée de substituer les alcalis du goudron de houille au sulfure de carbone dont l'application lui appartient.

» Qu'il nous soit permis de dire quelques mots sur les propriétés de ces corps : ils sont très-vénéneux; leur odeur est infecte et si persistante qu'un terrain qui en est imprégné la conserve longtemps; conditions qui nous permettent d'espérer qu'ils réussiront à prévenir l'apparition de l'insecte si le terrain n'en est pas préalablement infesté, et à le détruire s'il préexiste déjà.

» Quant à la vigne, s'il faut s'en rapporter à une expérience que, dans un autre but, nous avons faite, il y a une dizaine d'années, elle n'aurait pas à souffrir de leur contact. Ayant en effet arrosé les pieds d'une treille avec une solution sulfurique de ces alcalis, les feuilles ne subirent aucune altération, et l'année suivante le bois et la récolte furent magnifiques. D'après cela, faut-il croire qu'ils sont un engrais pour la végétation, au lieu d'être un poison? Nous n'oserions pousser aussi loin ces conclusions, nous en tenant simplement au fait que nous avons observé.

» Ces alcalis sont fort abondants dans les goudrons et entièrement dédaignés par l'industrie. Ils se combinent à l'acide sulfurique, qui sert à purifier les huiles de houille destinées aux usages domestiques. Cet acide est ensuite vendu aux fabricants d'engrais, pour attaquer les phosphates naturels et les transformer en phosphates acides facilement assimilables.

» Cet emploi à la fabrication des engrais prouverait encore, dans une certaine mesure, leur innocuité sur la végétation. Pourquoi ne pas reprendre la même opération au profit de la vigne, en la variant convenablement? Les phosphates acides la réconforteraient, pendant que les alcalis du goudron détruiraient l'insecte.

» Déjà, avec le tourteau des crucifères, chauffé à moins de 80 degrés, M. P. Thenard a obtenu, pour la destruction de l'écrivain, un succès incontesté; ce serait, avec d'autres agents, l'application du même principe.

» A notre avis, s'il s'agissait de préserver la vigne, il faudrait appliquer cet engrais à l'époque où M. Faucon inonde ses vignes, pour empêcher

le Phylloxera de pénétrer dans le sol quand il est amené par un mauvais vent. Si, au contraire, la vigne était déjà infestée, il faudrait peut-être employer les alcalis du goudron, non plus sous forme de sels, mais bien à l'état libre; enfin on suivrait la méthode donnée d'abord par M. P. Thenard, puis reprise par MM. Monestier, Léauteau, etc., de Montpellier, pour la mise en œuvre du sulfure de carbone, méthode qui consiste à verser le sulfure de carbone au fond de trous pratiqués dans le sol avec un plantoir.

» En raison de leur moindre volatilité, les alcalis du goudron s'évaporent plus lentement que le sulfure de carbone, et, se combinant avec l'acide humique, doivent, mieux que le sulfure de carbone, imprégner complétement le sol et avoir une action persistante. »

MM. **E. Lasserre**, **A. Peillard**, **Ch. de la Teillais**, **A. Menudier**, **L. Malenfant**, **E. Rouyer**, **S. Guérin**, **L. Laliman** adressent des Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **V. de Saint-Genis** adresse un Mémoire intitulé : « Études statistiques sur la Savoie ».

(Renvoi au Concours du prix de Statistique.)

M. **A. Netter** adresse deux Notes relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Construction directe du centre de courbure en un point de la section faite dans une surface par un plan quelconque.* Note de M. **A. Mannheim**, présentée par M. Chasles.

« La surface formée par une suite de normales à une surface, que j'ai appelée *normalie*, trouve son emploi dans un grand nombre de questions, comme j'ai eu l'occasion de le montrer (1).

---

(1) Voir *Étude sur le déplacement*, etc, t. XX, *Savants étrangers*. *Comptes rendus*, séances des 9 mai 1870, 5 février 1872, 12 février 1872, 26 février 1872, 18 mars 1872, 25 mars 1872. *Journal de Mathématiques*, 2e série, 1872. *Bulletin de la Société Philomathique*, 1871.

» Je présente aujourd'hui une nouvelle application des normalies.

» *On donne, pour un point* a *d'une surface* (S), *les plans des sections principales de cette surface, et les centres de courbure principaux* b *et* c *situés sur la normale* A *en* a *à* (S). *On demande de construire le centre de courbure de la section* E *faite dans* (S) *par un plan quelconque* (P) *passant en* a.

» Jusqu'à présent, pour résoudre cette question, on procédait toujours en recherchant d'abord le centre de courbure de la section normale à (S), tangente en a à la courbe E.

» Voici une construction *directe* qui dispense de cette recherche.

» Par le centre de courbure principal b, menons un plan perpendiculaire à (P) et parallèle à la tangente at à E; ce plan coupe le plan tangent en b à la développée de (S), c'est-à-dire le plan d'une section principale de cette surface, suivant une droite B'. De même, pour le centre de courbure principal c, on obtient une droite C'. D'un point quelconque t de at, on mène une droite qui rencontre B' et C'; la projection de cette droite sur (P) coupe la normale en a à E au centre de courbure cherché.

» Pour démontrer l'exactitude de cette construction, considérons la normalie à (S) qui a pour directrice la courbe E. Circonscrivons à cette normalie un cylindre dont les génératrices sont perpendiculaires à (P). La trace de ce cylindre sur ce plan est la développée de la courbe E; le centre de courbure α, que nous cherchons, est le point de cette développée situé sur la normale $a\alpha$ à E.

» On connaît trois plans tangents à la normalie : ce sont le plan tangent en a et les plans tangents en b et c; ces deux derniers sont les plans des sections principales de (S) pour le point a. On peut donc facilement construire le long de A un paraboloïde ayant les mêmes plans tangents que la normalie. Prenons, pour l'un des plans directeurs de ce paraboloïde, le plan perpendiculaire à (P) mené par la tangente at à E.

» Les génératrices de ce paraboloïde, qui sont du même système que A, ont alors pour projections sur (P) des droites passant par un même point. Ce point n'est autre que α, puisque α est le point de rencontre des projections de deux génératrices de ce paraboloïde.

» Pour construire le point α, on n'a donc qu'à projeter sur (P) une génératrice du même système que A et à prendre l'intersection de cette projection avec la normale $a\alpha$. C'est ainsi que nous avons opéré dans la construction donnée plus haut.

» Dans le cas particulier où le plan sécant est mené par A, on retrouve

la construction du centre de courbure d'une section normale, telle que je l'ai donnée dans une précédente Communication (26 février 1872).

» *Remarque.* — La normalie dont nous venons de faire usage peut être utilement employée pour déterminer le rayon de courbure de la développée de E. Aujourd'hui, je ne ferai que l'observation suivante :

» *Appelons* E_1 *la section faite dans* (S) *par un plan normal,* α_1 *le centre de courbure de cette courbe, et* β_1 *le centre de courbure de sa développée.*

» *Le rayon de courbure* $\alpha_1\beta_1$ *de la développée de* E_1 *est égal à la différence des rayons de courbure principaux en* α_1 *de la normalie à* (S) *dont* E_1 *est la directrice.* »

PHYSIQUE. — *Sur la diffusion entre l'air humide et l'air sec, à travers une paroi de terre poreuse.* Note de M. L. **Dufour** (de Lausanne).

« On sait que, si une cloison de terre poreuse sépare deux gaz de densités différentes, il se produit à travers la cloison une diffusion inégale; le courant du gaz le moins dense est plus abondant que l'autre. Qu'arrive-t-il si, au lieu de deux gaz différents, on emploie deux masses d'air à la même température, renfermant des quantités inégales de vapeur d'eau? Des expériences assez variées, et dont quelques-unes sont indiquées dans les lignes suivantes, prouvent qu'il se produit aussi une diffusion inégale et que *le courant le plus abondant va de l'air plus sec à l'air plus humide.* Dans toutes ces expériences, on a fait usage des cylindres de terre poreuse qui servent dans les piles à deux liquides.

» 1. On fait circuler à l'intérieur et à l'extérieur d'un cylindre poreux des courants d'air desséché. A un moment donné, on ferme le cylindre et on le met en communication avec un manomètre à eau. En même temps, on fait arriver au contact de sa face externe de l'air très-humide. Le manomètre indique bientôt une diminution de pression. Cette dépression se maintient longtemps, et jusqu'à ce que les masses d'air intérieure et extérieure soient arrivées au même état hygrométrique.

» 2. On fait circuler dans les mêmes conditions de l'air très-humide. A un moment donné, le vase poreux est fermé et relié au manomètre, puis de l'air sec est amené au contact de sa face externe. Le manomètre accuse un accroissement de pression.

» 3. Un cylindre poreux renferme dans son intérieur un petit godet de verre, à demi rempli d'eau. Une mèche de mousseline plonge dans l'eau et s'élève dans l'intérieur du cylindre qui est fermé, mais qui communique

avec le manomètre. L'air intérieur se charge donc de vapeur d'eau. Le vase poreux étant simplement abandonné à l'air libre, on observe au manomètre un accroissement de pression d'autant plus grand que l'air ambiant est plus sec. Si le cylindre est plongé dans une atmosphère très-humide, la différence de pression disparaît; s'il est introduit dans un vase dont l'air a été desséché, l'accroissement de pression devient beaucoup plus considérable.

» 4. Un cylindre poreux renferme un godet de verre, à demi rempli d'acide sulfurique afin de dessécher l'air. Ce vase est fermé, relié au manomètre, puis abandonné à l'air libre. Il se produit bientôt une diminution de pression, qui dépend de l'état hygrométrique de l'air ambiant. Si ce cylindre poreux est placé dans un vase à atmosphère desséchée, la diminution de pression disparaît. Dans un vase à air saturé, elle atteint une valeur plus grande qu'à l'air libre.

» De nombreuses observations portant sur la température intérieure des cylindres poreux ont montré que les différences de pression qui viennent d'être mentionnées ne résultent pas d'un changement de la température. Au contraire, la température varie toujours en sens inverse de ce qui devrait être si cette variation était la cause du changement de pression. En revanche, la variation de température est bien conforme à la loi connue, lors d'une diffusion inégale entre deux gaz différents : il y a réchauffement du côté de la paroi poreuse où entre le courant le plus abondant, et refroidissement du côté opposé.

» Les différences de pression des expériences 1 à 4 se maintiennent sensiblement constantes tant que la différence des états hygrométriques sur les deux faces de la paroi poreuse se maintient constante également. Si, à l'aide d'une disposition facile à établir, on laisse la pression intérieure de l'appareil s'équilibrer avec celle de l'air ambiant, on trouve que la différence de pression reparaît dès que la communication avec l'intérieur est supprimée. Elle reparaît autant de fois que l'on veut, toujours dans le même sens et toujours sensiblement de la même grandeur.

» J'ajouterai que des vases poreux, vernis à l'intérieur ou à l'extérieur, ont servi à de nombreux essais de contrôle. Les résultats de ces essais ont toujours été nuls. Les différences de pression qui accompagnent la différence d'état hygrométrique de l'air, de part et d'autre de la paroi du vase, sont donc dépendantes de la porosité de cette paroi.

» 5. Un cylindre poreux, préparé comme dans l'expérience 4, est installé dans un vase plus grand. On fait arriver, par le moyen d'un tube, sur

le fond et le long des parois de ce dernier vase, un courant d'eau de 15 à 20 degrés plus chaude que la température de tout l'appareil. Un thermomètre plongeant dans l'intérieur du cylindre poreux accuse un réchauffement; mais pendant ce temps le manomètre *baisse*, parce que l'air qui entoure le vase poreux se sature de vapeur.

» 6. Un cylindre poreux, pourvu du godet d'eau avec mèche de mousseline, est placé dans un vase plus grand où l'on fait arriver, d'une manière continue, un courant d'air desséché par son passage sur la ponce sulfurique. Le cylindre poreux communique avec un large tube en U renfermant, dans son coude inférieur, une petite colonne d'eau, laquelle se déplace et laisse passer une bulle dès que la pression devient plus grande dans l'une des branches.

» Dans ces conditions, le sens du passage des bulles indique un accroissement de pression dans le vase poreux. Les bulles passent à des intervalles sensiblement égaux, et cela aussi longtemps que l'on fait arriver de l'air sec autour du cylindre poreux. La régularité remarquable du mouvement des bulles prouve la régularité du courant qui traverse la paroi poreuse, de l'air extérieur plus sec vers l'air intérieur plus humide. Je citerai, comme exemple, une expérience où il passa, en quarante et une minutes, soixante-seize bulles représentant un volume total de 87 centimètres cubes, c'est-à-dire un volume égal à celui du cylindre poreux. La température a varié de 14°,8 à 14 degrés. En tenant compte de l'étendue de la surface diffusante, on trouve qu'il passait, durant *une* minute, à travers *un* centimètre carré, $0^{cc},015$ de gaz.

» 7. Un flacon de verre pourvu de deux tubulures est aux $\frac{9}{10}$ rempli d'acide sulfurique concentré. L'une des tubulures, la plus large, est fermée par une plaque de terre poreuse; l'autre, pourvue d'un bouchon tubulé, peut être reliée à un manomètre. L'espace intérieur libre, au-dessus de l'acide sulfurique, se dessèche; il se produit donc un courant de diffusion de l'intérieur à l'extérieur, à travers la plaque poreuse, puisque l'air ambiant est toujours plus ou moins chargé de vapeur d'eau. L'espace vide du flacon doit donc présenter une pression inférieure à celle qui règne à l'extérieur : c'est ce qui arrive effectivement; quand on relie l'appareil au manomètre, on trouve toujours une pression plus faible que celle qui règne à l'extérieur. J'ai un flacon pareil qui est préparé depuis plusieurs mois et qui offre en permanence la différence de pression qui vient d'être mentionnée. Cette différence varie; elle est d'autant plus grande que l'air ambiant est plus humide, et elle dépasse parfois 10 millimètres d'eau.

» 8. Un flacon préparé comme le précédent renferme de l'eau. Il se produit alors un courant de diffusion plus abondant de l'extérieur à l'intérieur, et depuis des mois ce vase accuse toujours au manomètre une pression plus forte que la pression ambiante. La différence dépend de l'état hygrométrique de l'atmosphère extérieure.

» Dans les expériences dont il vient d'être question, l'inégale diffusion qui se produit entre deux masses d'air à des degrés hygrométriques différents dépend essentiellement de *la différence entre les tensions de la vapeur aqueuse* sur les deux faces de la paroi poreuse. Les augmentations ou les diminutions de pression sont à peu près proportionnelles à cette différence. La température ne paraît influer que d'une manière indirecte et parce qu'elle permet des différences de tension plus ou moins grandes.

» Les limites de la présente Note m'empêchent de donner avec détail les expériences sur lesquelles s'appuie cette assertion. Qu'on me permette seulement de citer quelques chiffres à titre d'exemple (expérience 3 ci-dessus).

» *a.* Température : 5°,4. Tension de la vapeur dans le cylindre poreux : 5^{mm},6 ; dans le grand vase ambiant : 1^{mm},0. Manomètre à eau : + 7^{mm},3.

» *b.* Température : 10°,8. Tension de la vapeur dans le cylindre poreux : 8^{mm},1 ; dans le grand vase ambiant : 1^{mm},5. Manomètre à eau : + 12^{mm},5.

» *c.* Température : 19°,7. Tension de la vapeur dans le cylindre poreux : 14^{mm},4 ; dans le grand vase ambiant : 2^{mm},6. Manomètre à eau : + 21^{mm},3.

» Quelques-uns des faits qui viennent d'être indiqués se prêteront peut-être à une détermination de la tension de la vapeur aqueuse à l'air libre. On imagine assez facilement qu'une disposition comme celle des expériences 7 ou 8, par exemple, soit le principe d'un hygromètre par diffusion. Cette application éventuelle à l'hygrométrie de l'air demande de nouvelles recherches.

» Il est bien probable que ces différences de pression ou que ces courants inégaux de diffusion, produits entre des masses d'air à des états hygrométriques différents, situées de part et d'autre d'une cloison poreuse, se rencontrent dans un grand nombre de circonstances. Une Communication récente de M. Merget (*Comptes rendus*, séance du 22 décembre 1873) permet de croire que ces phénomènes se réalisent à la surface libre des végétaux. Ils interviennent peut-être aussi dans le fonctionnement de divers appareils scientifiques et dans quelques opérations industrielles. »

PHYSIQUE. — *Mesure de la force électromotrice des piles, en unités absolues;* par M. A. Crova.

« En réduisant en unités absolues les forces électromotrices de divers éléments, obtenues par la méthode d'opposition, on trouve des nombres toujours supérieurs à ceux que l'on déduit, soit de la méthode de Ohm, soit de la chaleur dégagée par la réaction chimique qui se produit dans l'élément. On sait, d'autre part, que, dans certaines limites, la force électromotrice dépend de l'intensité du courant qui traverse le circuit (1) et que ces variations ont été attribuées par plusieurs physiciens à la polarisation de la lame négative. Afin de reconnaître quel est le nombre que nous devrons adopter pour représenter la force électromotrice absolue d'un élément, j'ai fait usage de la méthode suivante :

» Soient h, h', h'',... les résistances interpolaires; i, i', i'',... les valeurs correspondantes de l'intensité du courant produit par un élément déterminé; au lieu de prendre h et i comme variables, traçons la courbe dont les abscisses sont les valeurs de i et les ordonnées les valeurs correspondantes de hi. Nous obtiendrons une ligne droite si l'élément est constant, et nous aurons, en représentant par y les valeurs de hi,

$$hi = y = \mathrm{A} - ri,$$

équation d'une ligne droite dont l'ordonnée à l'origine représente la force électromotrice, et dont le coefficient angulaire est la résistance de l'élément.

» Si l'on a obtenu, par l'expérience, n valeurs de h correspondant à un égal nombre de valeurs de i, on aura n points de la ligne cherchée, et, si celle-ci est droite, on tirera de sa construction les valeurs moyennes de A et de r que l'on aurait calculées par la formule de Ohm, au moyen de $n-1$ couples des n observations consécutives, groupées deux à deux. En effet, à cause des erreurs d'observation, les n points de la ligne obtenue s'écarteront très-peu, de part et d'autre, d'une ligne droite moyenne que l'on tracera sans hésitation si les observations ont été bien faites, et qui donnera les valeurs cherchées de A et de r. Cette méthode a, de plus, l'avantage de faire connaître les limites entre lesquelles l'élément peut être considéré comme constant et de donner, en dehors de ces limites, la valeur des variations.

» En opérant sur les éléments de Daniell et de Grove, j'ai observé que

(1) Marié-Davy, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XIX.

cette ligne est droite dans presque toute son étendue, mais qu'elle se relève légèrement dans le voisinage de l'axe des y, qu'elle rencontre sous un angle plus grand que r. Avec les éléments à un liquide, la portion droite de la ligne obtenue est beaucoup plus restreinte, et la partie courbe acquiert un plus grand développement. J'ai continué, dans ces recherches, à faire usage des unités que j'avais adoptées dans mes premiers travaux (1), c'est-à-dire la résistance à zéro d'une colonne de mercure de 1 mètre de longueur et 1 millimètre carré de section, et l'intensité du courant qui, dans une heure, décompose 9 milligrammes d'eau. Nous passerons des nombres obtenus aux unités absolues, en les multipliant par un facteur convenable. La force électromotrice d'un élément Daniell (zinc, sulfate de zinc, cuivre, sulfate de cuivre), dont les lames ont chacune 40 centimètres carrés de surface, est, à la température de 11 degrés, égale à 43,1; elle est constante tant que la résistance est assez faible pour que l'intensité du courant soit supérieure à l'unité. L'intensité variant de 1 à zéro, la force électromotrice augmente de 43,1 à 43,9, valeur que l'on obtient par la méthode de compensation de M. Poggendorff.

» La force électromotrice d'un élément de Grove, de mêmes dimensions et dans les mêmes circonstances, devient constante et égale à 75,0, tant que l'intensité du courant est supérieure à l'unité. L'intensité variant entre l'unité et zéro, la force électromotrice augmente de 75,0 à 78,0, valeur donnée par la méthode d'opposition.

» La résistance de l'élément de Daniell varie de 5 à 15 mètres, selon la concentration du sulfate de zinc. Celle de l'élément de Grove est d'environ 1 mètre. Or, MM. Favre et Silbermann (2) ont trouvé que 1 gramme de zinc se substituant au cuivre dans $CuSO^4$ dégage 714 calories. La force électromotrice absolue de l'élément de Daniell sera donc, en admettant qu'elle soit uniquement due à la chaleur de substitution,

$$x = 714 \times 0{,}000033858 \times 415{,}41 \times 10^{10} = 11{,}022 \times 10^{10},$$

0,000033858 représente en grammes l'équivalent électrochimique du zinc, et $415{,}41 \times 10^{10}$ l'équivalent mécanique, en unités absolues, d'une calorie (gramme-degré). La force électromotrice d'un élément de Daniell, dans les circonstances où elle est constante, étant 43,1, il faudra, pour la convertir en unités absolues, la multiplier par 0,2666, valeur en unités électromagné-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, et 4e série, t. IV.
(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXVII.

tiques de Weber, de mon unité d'intensité, et par la résistance absolue de l'unité mercurielle. Or ce dernier nombre est loin d'être connu exactement.

» La moyenne des résultats (0,9629 et 0,9564) obtenus par le Comité de l'Association britannique (1) est en effet $0,9596 \times 10^{10}$. Weber avait donné 0,9749 (2); enfin les travaux récents de M. Lorenz (3) et ceux de M. Kohlrausch (4) ont respectivement donné 0,9337 et $0,9717 \times 10^{10}$.

» En présence de résultats aussi divergents, j'ai calculé la valeur du coefficient qu'il faudrait adopter pour que la force électromotrice calculée fût égale à celle que l'on déduit de la chaleur de substitution. On a

$$43,1 \times 0,2666\, x \times 10^{10} = 11,022 \times 10^{10}, \quad \text{d'où} \quad x = 0,95891,$$

nombre qui se rapproche beaucoup de 0,9596, moyenne des résultats de l'Association britannique.

» M. Bosscha avait obtenu, pour valeur de la force électromotrice d'un élément de Daniell, 10,258 (5); M. Thomsen, 10,79. Ces différences me paraissent tenir à une valeur plus ou moins inexacte de l'unité absolue de résistance. L'écart du nombre 11,38 obtenu par M. Kohlrausch paraît dû à une valeur un peu trop forte du coefficient 0,9717 et à ce que ce physicien a opéré par la méthode d'opposition.

» Une différence dans le même sens s'observe entre le nombre 19,18, qui représente la force électromotrice d'un élément de Grove, que j'ai obtenu par ma méthode graphique, et le coefficient 0,95891, et le nombre 19,42 donné par M. Kohlrausch. Enfin j'ai trouvé, en opérant au moyen de ma méthode graphique, que la force électromotrice de l'élément de Smée, dont chaque lame a une surface de 9 centimètres carrés, fonctionnant dans le vide (pour éviter la dépolarisation de la lame négative par l'air), est comprise entre un maximum 34,529 et un minimum 31,709 correspondant, où l'élément peut être considéré comme constant.

» En convertissant ces nombres en unités absolues, au moyen des facteurs 0,2666 et 0,95891, on trouve respectivement 8,109 et $8,830 \times 10^{10}$ Or, MM. Favre et Silbermann ont trouvé que 1 gramme de zinc se substi-

(1) *Rapports de l'Association britannique pour* 1862, 1863 *et* 1864.

(2) WEBER, *Elektrodynamische Maasbestimmungen, insbesondere Widerstandmessungen.*

(3) LORENZ, *Pogg. Annalen*, Bd. CLXIX (1873).

(4) KOHLRAUSCH, *Pogg. Annalen, Ergänzungs*, Band VI.

(5) BOSSCHA, *Pogg. Annalen*, Bd. CI; *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV.

tuant à l'hydrogène dans SO^4H dégage 567,9 calories. On en déduit, pour la valeur de la force électromotrice de l'élément de Smée, le nombre $7,9885 \times 10^{10}$.

» Ici l'accord est moins rigoureux que dans le cas des piles dites *à courant constant*, à cause de la variation de la force électromotrice de polarisation que j'ai réussi à diminuer beaucoup, sans l'annuler complétement. Le résultat obtenu est cependant très-concluant, car on voit que le nombre qui se rapproche le plus de la force électromotrice absolue, déduite de la chaleur de substitution, est toujours celui qui se rapporte au cas où la force électromotrice de l'élément est devenue constante et indépendante de l'intensité du courant qui traverse le circuit. »

CHIMIE. — *Densité de l'hydrogène combiné aux métaux.* Note de MM. **L. Troost** et **P. Hautefeuille.**

« Les composés définis, que l'hydrogène forme avec le palladium, le potassium et le sodium, présentent un ensemble de caractères communs qu'il est facile de résumer.

» Leur mode de préparation est le même : on les obtient par l'union directe des éléments qui les constituent (1). La combinaison de l'hydrogène avec le palladium se fait facilement à 100 degrés; celle de ce gaz avec le potassium exige une température supérieure à 200 degrés; enfin il faut une température encore plus élevée pour déterminer la combinaison avec le sodium. La dissociation qu'ils subissent sous l'influence de la chaleur nous a permis d'établir que le gaz hydrogène absorbé par ces métaux a contracté avec eux de véritables combinaisons parfaitement stables à la température ordinaire et dont les formules sont Pa^2H, K^2H, Na^2H. ($Pa = 106,5$, $K = 39$, $Na = 23$).

» Si l'on fait agir le gaz hydrogène sur ces composés définis, on constate que l'absorption par le sodium hydrogéné est très-faible; elle est plus grande avec le potassium hydrogéné et considérable par le palladium hydrogéné. Cette absorption ne détermine pas de nouvelles combinaisons : c'est une simple condensation de gaz, ainsi que nous l'avons établi.

» Il serait intéressant de vérifier, par une autre méthode que celle qui nous a servi à les découvrir, cette succession des deux phénomènes de combinaison et de condensation. Or M. Favre, en fixant successivement des

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 686 et 807.

quantités égales d'hydrogène sur le palladium, a constaté que, dans les limites où il a opéré, les quantités de chaleur dégagées sont sensiblement proportionnelles aux quantités d'hydrogène fixées. Les résultats de nos expériences nous portent à penser qu'en prolongeant davantage la série de ces expériences on trouverait : 1° que cette proportionnalité existe jusqu'à ce que le palladium ait fixé $\frac{1}{2}$ équivalent d'hydrogène; 2° qu'ensuite, pour des quantités égales d'hydrogène fixées successivement, les effets thermiques décroissent comme pour la condensation de l'hydrogène dans le noir de platine. Les phénomènes thermiques conduiraient ainsi à une vérification précieuse des résultats que nous avons obtenus par une méthode complétement différente.

» Le palladium hydrogéné est métallique; Graham avait attiré l'attention sur ce caractère dès le début de ses expériences; le potassium hydrogéné rappelle l'amalgame d'argent, le sodium hydrogéné est également métallique; ces trois combinaisons, en conservant le plus saillant des caractères physiques de l'élément métallique qu'elles renferment, forcent à les rapprocher des alliages, et confirment les vues de M. Dumas, qui dans son enseignement a toujours regardé l'hydrogène comme un véritable métal.

» Graham a essayé de conclure de la comparaison de la densité du palladium et de celle de ce métal hydrogéné la densité de l'hydrogène combiné qu'il a appelé *hydrogénium*. Les considérations de cet ordre sont très-délicates, et nous avons besoin de citer l'exemple du savant anglais avant de nous engager sur ce terrain extra-expérimental. Graham, en s'appuyant sur les observations de Matthiessen relatives à la densité des alliages en général, admet que la combinaison du palladium avec l'hydrogénium se fait sans contraction, c'est-à-dire que les deux éléments gardent leur volume respectif.

» Pour déterminer la densité du palladium hydrogéné, il mesurait l'allongement qu'éprouve un fil de palladium lorsqu'on le sature de gaz hydrogène au pôle négatif d'un voltamètre. La densité de l'hydrogénium déduite de cette mesure a été trouvée par lui égale à 1,708. Ayant ensuite reconnu qu'il y avait une cause d'erreur grave dans ses premières mesures, parce que le fil ne reprenait pas sa longueur initiale en perdant le gaz hydrogène, il a opéré sur des alliages de palladium et d'or, de palladium et d'argent qui ne présentent pas cette complication. Il a déduit de ces déterminations nouvelles 0,733 pour la densité de l'hydrogénium.

» Le procédé employé par Graham, fondé sur la mesure de l'allongement qu'éprouve un fil de palladium pur ou allié à un autre métal lorsqu'on le sature d'hydrogène, est un procédé détourné ; l'auteur ne l'a employé que parce que son alliage dégageant constamment de l'hydrogène à la température ordinaire, l'emploi d'une méthode plus précise était impossible. Le composé défini Pa^2H que nous avons obtenu n'abandonnant pas d'hydrogène à la température ordinaire, nous avons pu prendre sa densité par les méthodes rigoureuses employées en Physique.

» La densité du palladium hydrogéné, ainsi déterminé, est égale à 11,06, celle du métal fondu qui a servi à préparer cet alliage étant 12,0. En admettant avec Graham que dans les alliages les éléments s'unissent sans contraction, on en déduit que la densité de l'hydrogène combiné au palladium est 0,62.

» Mais, d'un autre côté, nous avons montré, dans une Note précédente (1), que la densité du sodium hydrogéné, déterminée par les mêmes méthodes, est égale à 0,959, celle du sodium employé étant 0,970. On en déduit que la densité de l'hydrogène combiné au sodium est 0,630.

» On obtient donc des nombres très-voisins 0,62 et 0,63 pour la densité de l'hydrogène combiné au palladium ou au sodium, et la moyenne 0,625 nous donne pour ce corps une densité très-peu supérieure à celle (0,59) du lithium.

» Le volume atomique de l'hydrogène serait le plus faible des volumes connus, ainsi qu'on le voit par le calcul suivant, qui suppose, comme nous l'avons admis plus haut, que le métal garde son propre volume dans la combinaison.

$Na^2H = 47$ soit en volume... $\frac{47}{0,959} = 49,01$ volume atomique de Na^2H

$Na^2 = 46$ » » ... $\frac{46}{0,97} = 47,42$ » » de Na^2

Volume atomique de H...... 1,59 » »

Densité déduite de H....... 0,629

$Pa^2H = 214$............... $\frac{214}{11,06} = 19,3$ volume atomique de Pa^2H

$Pa^2 = 213$............... $\frac{213}{12} = 17,7$ » » de Pa^2

Volume atomique de H...... 1,6

Densité déduite.......... 0,62

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 810.

» L'accord entre ces déterminations, obtenues en partant des alliages que forme l'hydrogène avec des métaux aussi différents que le palladium et le sodium par leur poids spécifique (12 et 0,97) et par leur équivalent (106,5 et 23), nous a paru devoir être signalé comme donnant une première approximation, au moins probable, de la densité et du volume atomique de l'hydrogène en combinaison avec les métaux. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Expériences concernant les combustions au sein de l'organisme animal.* Note de **M. P. Schutzenberger**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les recherches de MM. Mathieu et Urbain établissent nettement que le sang artériel frais, conservé à la température de 37 à 40 degrés centigrades, ne consomme l'oxygène uni à l'hémoglobine qu'avec une extrême lenteur. Il est donc peu probable, vu le temps très-court que le sang met à passer du système artériel dans les veines, que la désoxydation de l'hémoglobine pendant ce trajet soit due à des combustions ayant pour siége le sang lui-même.

» De mon côté, j'ai constaté sur du sang oxygéné conservé à l'étuve à 37 degrés, en dosant l'oxygène de demi-heure en demi-heure par le procédé à l'hydrosulfite de soude décrit par moi et M. Ch. Risler, que la déperdition est très-lente pour le sang frais et ne dépasse pas 3 à 4 centimètres cubes d'oxygène par heure pour 100 grammes de sang. Lorsque la putréfaction commence, cette déperdition devient au contraire très-rapide.

» On peut supposer d'après cela, ce qui du reste est assez généralement admis, que les combustions ont *surtout* lieu dans la profondeur des tissus parcourus par le réseau capillaire. Les tissus organisés agiraient par leurs cellules sur l'oxygène, comme le font les cellules de levûre de bière. On sait, en effet, d'après les travaux de M. Pasteur, que la levûre de bière, ainsi que les mucédinées, jouissent de la singulière propriété d'absorber l'oxygène avec production d'acide carbonique; c'est-à-dire qu'elles fonctionnent comme organes de combustions. J'ai mesuré avec M. Quinquaud le pouvoir absorbant de la levûre, et j'en ai déterminé les principales lois. La grande similitude qui existe, au point de vue de la composition chimique, entre les produits élaborés par la levûre et ceux formés dans les cellules des tissus de l'organisme animal, similitude résultant des travaux de M. Béchamp et des miens, rend encore ce rapprochement plus frappant. On peut,

en conséquence; se faire l'idée suivante du phénomène de transformation du sang artériel en sang veineux noir.

» Les cellules vivantes des tissus baignent dans un liquide plasmatique qu'elles maintiennent constamment dans un état complet de désoxygénation, comme cela arrive pour l'eau, le sérum ou tout autre liquide analogue dans lequel on délaye de la levûre. Pendant le passage du sang divisé par le réseau capillaire dans ce milieu privé d'oxygène, le plasma sanguin laisse diffuser son oxygène, à travers les parois de vaisseaux, dans le plasma des organes; à mesure que le plasma sanguin s'appauvrit en oxygène, il en reprend aux globules par une seconde diffusion intra-sanguine. Grâce à la grande multiplicité des contacts, la transformation s'opère en un temps très-court.

» Le passage du sang rouge à l'état de sang veineux noir serait ainsi un phénomène exactement inverse de celui qui se passe dans les poumons. La combustion serait le fait des tissus vivants et les globules rouges, qui du reste ne possèdent pas les caractères morphologiques des véritables cellules, ne joueraient d'autre rôle que celui de véhicules de l'oxygène; la faible et lente désoxygénation observée pour le sang isolé peut s'expliquer par la présence des globules blancs.

» Il résulte de ces considérations que l'on doit pouvoir réaliser la désoxygénation du sang artériel autrement que par la pompe à air, l'action d'un gaz inerte ou l'intervention d'agents chimiques réducteurs, en se rapprochant singulièrement des conditions physiologiques de l'organisme. Il suffirait de faire passer le sang rouge à travers des canaux à parois perméables aux gaz au sein d'un milieu liquide ou pâteux sans action chimique sur les éléments du sang autres que l'oxygène, mais maintenu constamment à zéro au point de vue de ce gaz.

» J'ai réalisé ces conditions en employant comme milieu désoxygéné du sérum, dans lequel je délaye de la levûre fraîche, de manière à former une bouillie. Le système circulatoire est représenté par une série de cadres rectangulaires en carton mince, sur les deux faces desquelles on colle avec un vernis résineux une feuille mince de baudruche. Des petits tubes plats en verre sont fixés aux deux extrémités du cadre, entre les deux feuilles qui composent le carton, et permettent de faire communiquer l'intérieur des cadres les uns avec les autres, au moyen de petits tubes en caoutchouc. On joint ainsi cinq cadres ou plus, en les repliant les uns sur les autres, de manière à former ce que j'appellerai une *pile respiratoire*. Deux piles toutes semblables sont placées dans les deux compartiments d'une auge rectan-

gulaire divisée par une cloison médiane. Elles sont reliées chacune par leur cadre supérieur et au moyen d'un tube à trois branches muni de robinets à un même flacon contenant du sang rouge défibriné. Les tubes d'écoulement adaptés au cadre inférieur de chaque pile font saillie en dehors des compartiments respectifs de l'auge et se terminent par des tubes cylindriques en verre blanc, de 20 à 25 centimètres de long, placés l'un à côté de l'autre. Dans l'un des compartiments de l'auge on verse du sérum mélangé à de la levûre, dans l'autre du sérum pur, de manière à immerger les piles; le tout est maintenu vers 40 degrés centigrades.

» En faisant circuler le même sang rouge dans les deux piles avec une égale lenteur, de manière à lui faire parcourir le système de cadres dont elles se composent en une heure, par exemple, on constate que le sang correspondant au sérum pur est resté rouge, tandis que celui qui a traversé les canaux perméables aux gaz, immergés dans la bouillie de sérum et de levûre, est devenu noir. L'expérience une fois amorcée peut se continuer tant que dure l'alimentation par le flacon supérieur. Dans l'appareil dont je me suis servi, les canaux de baudruche, gonflés par la pression, avaient à peu près la section de l'artère pulmonaire; il est évident qu'avec des dispositions plus parfaites, se repprochant davantage des conditions matérielles de l'organisme, on réaliserait la désoxygénation dans un temps infiniment plus court.

» Le sang qui sort de la pile a ses globules intacts, et il suffit de l'agiter à l'air pour lui rendre sa couleur rouge primitive. La matière colorante et les globules n'ont subi d'autre altération que la perte d'oxygène. On atteint à des effets bien plus rapides et plus intenses en délayant simplement la levûre dans du sang défibriné, maintenu à 37 degrés. Le sang se désoxyde d'autant plus vite qu'on y a introduit plus de levûre. Ici encore les globules restent inaltérés et gardent la propriété de reprendre l'oxygène perdu par agitation à l'air. Ce n'est que pour me mettre à l'abri de certaines objections que j'ai cru devoir faire l'expérience en maintenant le sang séparé de la levûre par une cloison perméable aux gaz, mais empêchant tout contact direct entre les globules et les cellules de levûre.

» J'ai de plus reconnu que dans le sang la respiration de la levûre suit les mêmes lois et se fait avec la même intensité, à égalité de température, que dans l'eau aérée. L'expérience de la levûre délayée dans le sang rappelle celle où M. Gréhant fait respirer des poissons dans ce liquide, qui devient ainsi veineux. Ce fait reçoit une explication semblable à celle que j'ai donnée plus haut. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés bromés de l'acide pyruvique.* Note de M. E. GRIMAUX.

« En traitant par le brome l'acide pyruvique plongé dans un mélange réfrigérant, M. Wislicenus a obtenu un produit d'addition $C^3H^4Br^2O^3$, qu'il a appelé *acide dibromolactique*. M. Wichelhaus, en chauffant en vases clos, à 100 degrés, l'acide pyruvique étendu d'eau avec du brome, a préparé un acide dibromopyruvique $C^3H^2Br^2O^3$, que M. de Clermont a reproduit en soumettant à l'action du chlore l'acide dibromolactique.

» Voulant préparer les urées composées correspondant aux acides pyruviques bromés, j'ai dû commencer par étudier ceux-ci, et il m'a fallu d'abord chercher à éviter l'emploi des tubes scellés. On y arrive en ajoutant peu à peu du brome à de l'acide pyruvique étendu de son poids d'eau, chauffé au bain-marie dans un ballon en communication avec un réfrigérant de Liebig; dans ces conditions, on obtient facilement non-seulement l'acide pyruvique dibromé, mais encore l'acide tribromopyruvique.

» Il n'est pas besoin de purifier l'acide pyruvique par un grand nombre de rectifications, l'acide acétique dont il peut être mélangé ne présentant aucun inconvénient; il suffit de soumettre à deux séries de rectifications le produit brut de la distillation sèche de l'acide tartrique, et de recueillir ce qui distille entre 130 et 170 degrés.

» *Acide dibromopyruvique*, $C^3H^2Br^2O^3$. — On le prépare en quantité notable, en évitant d'employer un excès de brome. Pour 20 grammes d'acide pyruvique étendu de 20 grammes d'eau, on ajoute peu à peu 40 grammes de brome; après vingt-quatre heures, il s'est séparé une petite quantité de cristaux d'acide tribromé. On décante les eaux mères et on les concentre, au bain-marie, à consistance sirupeuse. Le sirop finit par se prendre en une masse dure et cristalline que l'on comprime énergiquement. Après compression, cette masse pèse 22 à 23 grammes pour 20 grammes d'acide pyruvique. Pour purifier l'acide, on le dissout dans son poids d'eau bouillante, et l'on abandonne la solution à l'évaporation dans le vide. Au bout de quelques jours, elle abandonne de grandes lames rhomboïdales, transparentes, présentant tous les caractères de l'acide pyruvique dibromé de M. Wichelhaus. Ces cristaux s'effleurissent au bout de plusieurs jours dans le vide, et même à l'air libre; en quelques heures, à 50 degrés. L'acide effleuri fond à 89 degrés.

» *Acide tribromopyruvique* $C^3HBr^3O^3$. — En employant 80 grammes de brome pour 20 grammes d'acide pyruvique bouillant de 130 à 170 de-

grés, on obtient principalement l'acide pyruvique tribromé, dont le poids dépasse celui de l'acide pyruvique. Quand tout le brome a été ajouté, on refroidit rapidement la solution colorée en rouge et l'on filtre les cristaux sur l'amiante au moyen d'une trompe; le liquide légèrement concentré fournit de nouveaux cristaux qu'on réunit aux premiers. Les eaux mères évaporées de nouveau donnent quelques grammes d'acide dibromé. Les cristaux recueillis sur l'amiante et lavés à la trompe avec quelques grammes d'eau froide sont presque entièrement purs; on finit de les purifier en les comprimant et en les redissolvant dans leur poids d'eau à 80-90 degrés. La liqueur filtrée chaude se prend en une masse blanche, nacrée, formée de fines aiguilles réunies en lamelles légères; ces cristaux, privés de leur eau mère, présentent l'aspect de la naphtaline.

» L'acide lactique, étendu de son poids d'eau et traité à 100 degrés par le brome, se comporte comme l'acide pyruvique; quoique plus lentement attaqué, il fournit le même acide pyruvique tribromé. L'identité des corps fournis par l'acide lactique et l'acide pyruvique a été mise hors de doute par l'analyse et par la comparaison des propriétés physiques et chimiques.

» La réaction du brome sur l'acide lactique est du même ordre que celle du brome sur l'alcool isopropylique, étudiée par M. Friedel, et qui lui a fourni de l'acétone tétrabromée.

» L'acide tribromopyruvique est en lamelles nacrées renfermant 2 molécules d'eau, $C^3HBr^3O^3, 2H^2O$. Il fond alors à 104 degrés et ne s'effleurit ni à l'air ni dans le vide. Maintenu quelques heures à 100 degrés, il perd son eau de cristallisation. L'acide $C^3HBr^3O^3$ fond à 90 degrés et se prend, par le refroidissement, en une masse lamelleuse à surface brillante. Chauffé dans un petit tube, il donne du brome libre, du charbon et un sublimé cristallin.

» Il est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau chaude. Il se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther. En solution aqueuse, à l'ébullition, il se détruit rapidement et se dédouble en bromoforme et en acide oxalique :

$$C^3HBr^3O^3 + H^2O = CBr^3H + C^2O^4H^2;$$

mais la réaction n'est pas aussi simple; il se forme en outre de l'acide carbonique, de l'acide bromhydrique et un corps solide qui reste mélangé à l'acide oxalique, et réduit l'azotate d'argent ammoniacal.

» Les réactifs décomposent l'acide tribromopyruvique avec la plus grande facilité : il suffit d'ajouter à sa solution aqueuse froide quelques

gouttes d'ammoniaque ou d'acétate de plomb pour observer immédiatement l'odeur de bromoforme. En raison de sa facile décomposition, ses solutions réduisent à l'ébullition le chlorure d'or, l'azotate d'argent ammoniacal et le sublimé corrosif qui passe à l'état de calomel. Mélangé avec de l'urée et chauffé à 100 degrés, il donne lieu à une vive réaction dont les produits n'ont pas encore été examinés.

» *Constitution de l'acide pyruvique.* — L'acide pyruvique $C^3H^4O^3$ renfermant 3 atomes d'oxygène représente une fonction mixte; mais, comme il est seulement monoatomique, il diffère des autres acides à 3 atomes d'oxygène (acide lactique et homologues) qui sont des acides-alcools. M. Wichelhaus considère l'acide pyruvique comme un acide acétonique, ce que représente la formule $CH^3-CO-CO^2H$, tandis que M. Bœttinger a soutenu la formule

$$\begin{array}{l} CH^2 \\ | \quad \rangle O \\ CH \\ | \\ CO^2H \end{array}$$

qui en fait un corps moitié acide, moitié anhydride de glycol. Outre les diverses objections qu'on peut faire à cette dernière manière de voir, la transformation de l'acide lactique en acide pyruvique tribromé me semble mettre hors de doute la formule proposée par M. Wichelhaus. Il serait, en effet, en dehors de toutes les analogies que l'acide lactique

$$CH^3-CH,OH-CO^2H,$$

en perdant 2 atomes d'oxygène, fournît un corps analogue à l'oxyde d'éthylène. Sa conversion en acide pyruvique bromé est au contraire de même ordre que celle de l'alcool isopropylique en acétone bromée (Friedel) :

$CH^3-CH,OH-CH^3$ Alcool isopropylique.	$CBr^3-CO-CH^2Br$ Acétone tétrabromée.
$CH^3-CH,OH-CO^2H$ Acide lactique.	$CBr^3-CO-CO^2H$ Acide pyruvique tribromé.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schützenberger, à la Sorbonne. »

CHIMIE. — *Modifications apportées à la préparation du fer réduit par l'hydrogène, dans le but de l'obtenir complétement pur.* Note de M. CHOLAS. (Extrait).

« Les matières premières employées ordinairement pour préparer le fer réduit par l'hydrogène sont le fer du commerce, l'acide chlorhydrique, le carbonate de soude et l'eau. Or, dans le fer, on rencontre du soufre, du phosphore, de l'arsenic; dans l'acide chlorhydrique, de l'arsenic et de l'acide sulfurique; dans le carbonate de soude, des sulfates; dans l'eau, aussi des sulfates.

» Dans l'attaque du fer par l'acide chlorhydrique, pour obtenir soit le sel de fer qui servira à la préparation de l'oxyde, soit l'hydrogène nécessaire à la réduction de cet oxyde, il se produit de l'hydrogène sulfuré, phosphoré et arsénié; le chlorure de fer obtenu contiendra des sulfates, et, précipité par le carbonate de soude, il donnera un oxyde gélatineux retenant le sulfate de soude contenu dans le carbonate, plus le sulfate de chaux fourni par l'eau employée soit à la dissolution du carbonate, soit à la préparation de l'hydrogène. Ces sulfates, incomplétement enlevés par les eaux de lavage, se transformeront en sulfure de fer pendant la réduction.

» D'après ce qui précède et vis-à-vis de l'impossibilité de se procurer des matières premières pures, il faut absolument arriver : 1° à purifier l'hydrogène; 2° à priver l'oxyde et l'eau employée des sulfates qu'ils contiennent.

» Pour arriver au premier résultat, nous suivons le procédé indiqué par MM. Dumas et Boussingault, qui, appliqué avec soin, donne un hydrogène parfaitement pur.

» En employant les moyens indiqués jusqu'à présent, il est impossible d'obtenir un oxyde exempt de sulfates. En effet, la nature même de ce précipité s'oppose à un lavage complet, quelle que soit la quantité d'eau employée, fût-ce même de l'eau distillée. Aussi avons-nous été amené à apporter à la préparation de l'oxyde les modifications que nous allons indiquer.

» Le premier moyen qui nous a réussi consiste à prendre du protochlorure de fer, à le priver des sulfates qu'il contient, au moyen du chlorure de baryum, à faire cristalliser ce sel pour séparer le chlorure de baryum qui pourrait être en excès, à le dissoudre dans de l'eau distillée, puis, à précipiter cette solution par l'ammoniaque du commerce, que l'on trouve aujourd'hui

exempte de sulfate. Par ce moyen, nous évitons les lavages de l'oxyde; car il suffit, pour chasser le chlorhydrate d'ammoniaque formé et retenu par le précipité, de chauffer ce dernier jusqu'au rouge. Nous obtenons ainsi un oxyde exempt de sulfure, qui, au contact d'un hydrogène pur, donnera un fer réduit, remplissant toutes les conditions désirables.

» Le second moyen que nous avons employé avec succès est fondé sur la transformation en oxyde du protochlorure de fer exempt de sulfate, par sa calcination au contact de l'air. Cette opération présente quelques difficultés et marche très-lentement.

» Pour éviter la formation de l'oxyde $Fe^2 O$, nous disposons, entre les flacons laveurs de l'hydrogène et les cornues à réduction, un tube de fer garni de tournure portée au rouge sombre; l'hydrogène, en le traversant, se dessèche complétement, et ne donne plus lieu à cet oxyde, que l'on observe d'une façon constante quand on ne prend pas cette précaution.

» Le fer préparé par notre procédé est chimiquement pur, et ne donne jamais naissance à de l'hydrogène sulfuré pendant son séjour dans l'estomac.

» Nous devons donner, en terminant, quelques indications sur la façon dont on doit essayer le fer réduit, au point de vue du sulfure de fer qu'il peut contenir. Il n'est pas indifférent d'employer pour cette recherche un acide quelconque; car nous avons vérifié fréquemment le fait avancé par MM. Fordos et Gélis, que l'acide sulfurique, surtout s'il est concentré, donne, au contact du fer, de l'acide sulfureux qui, en présence de l'hydrogène naissant, se transforme en hydrogène sulfuré. On devra donc ne jamais employer l'acide sulfurique pour l'essai du fer réduit. Pour la même raison, on devra abandonner l'acide chlorhydrique, qui renferme presque toujours de l'acide sulfureux. Nous donnons la préférence à l'acide oxalique, qu'il est facile de se procurer pur, et qui décompose parfaitement le sulfure de fer, sans jamais donner naissance à l'hydrogène sulfuré qui peut être une cause d'erreur en agissant sur le papier de plomb employé dans ces recherches. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur le dosage de la chaux dans les eaux météoriques;* par M. **H. Marié-Davy.**

« L'Observatoire de Montsouris soumet les eaux météoriques à un examen régulier. L'analyse de ces eaux par les méthodes ordinaires de la Chimie étant assez délicate et très-longue, nous recherchons tous les procédés

volumétriques présentant un degré suffisant de précision. Pour le dosage de la chaux, le permanganate de potasse nous a donné de bons résultats, et nous nous proposons de l'adopter d'une manière courante.

» Les liqueurs employées sont une dissolution de chlorure de calcium, une dissolution d'oxalate d'ammoniaque et une dissolution de permanganate de potasse.

» *Titrage des liqueurs.* — La liqueur calcique a été obtenue en faisant dissoudre $1^{gr},786$ de carbonate de chaux pur dans 1 litre d'eau distillée aiguisée d'acide chlorhydrique pur. Chaque centimètre cube de la dissolution renferme 1 milligramme de chaux : c'est la liqueur type.

» La liqueur oxalique contient par litre $16^{gr},429$ d'oxalate d'ammoniaque. Pour l'usage ordinaire, cette liqueur est étendue de 20 fois d'eau. Si l'oxalate était neutre, chaque centimètre cube de la liqueur étendue précipiterait $0^{mg},25$ de chaux et absorberait $0^{mg},0714$ d'oxygène pour transformer l'acide oxalique en acide carbonique. Il est nécessaire de la titrer.

» La liqueur manganique renferme $0^{mg},062$ de permanganate de potasse par litre environ.

» J'ai versé dans un verre 20 centimètres cubes de la dissolution de chaux et 81 centimètres cubes de dissolution oxalique étendue pour être sûr d'en avoir un excès.

» D'autre part, j'ai versé dans un petit ballon 20 centimètres cubes d'eau distillée additionnée de quatre gouttes d'acide chlorhydrique. J'ai chauffé jusqu'à l'apparition des premières bulles; puis, j'ai versé goutte à goutte le permanganate jusqu'à l'apparition persistante de la teinte violette sensible. La liqueur employée a été de $0^{cc},60$: c'est la correction de la teinte. 20 centimètres cubes d'eau distillée additionnée de un dixième de la liqueur oxalique et de quatre gouttes d'acide chlorhydrique, ayant été traités de la même façon, ont décoloré $14^{cc},05$ de la liqueur manganique, correction faite de la teinte. Chaque centimètre cube de la liqueur oxalique décolore donc $7^{cc},02$ de la dissolution de permanganate. La moyenne donne 7 centimètres cubes. Ce nombre a besoin d'être vérifié de temps en temps.

» Le précipité d'oxalate de chaux étant complet, le liquide clair surnageant a été décanté; 15, 20 et 30 centimètres cubes de ce liquide ont été successivement traités comme précédemment. Les volumes de liqueur manganique décolorée ont été $0^{cc},66$, $0^{cc},65$, $0^{cc},66$ par centimètre cube d'eau. Les 101 centimètres cubes de la liqueur totale en auraient donc décoloré $66^{cc},66$. D'un autre côté, les 81 centimètres cubes de la liqueur oxalique employée en auraient décoloré $81 \times 7,0 = 567,0$. La quantité

d'acide oxalique enlevé par les 20 milligrammes de chaux en aurait donc décoloré $500^{cc},3$; d'où je conclus :

» 1° Que chaque centimètre cube de la liqueur oxalique précipiterait $0^{mg},28$ au lieu de $0^{mg},25$ de chaux et absorberait $0^{mg},08$ au lieu de $0^{mg},0714$ d'oxygène;

» 2° Que chaque centimètre cube de la liqueur manganique correspond à $0^{mg},040$ de chaux et à $0^{mg},0114$ d'oxygène.

» *Emploi des liqueurs.* — J'en citerai un exemple :

20 centimètres cubes d'eau prise au robinet du laboratoire de Montsouris ont été additionnés de quatre gouttes d'acide chlorhydrique, chauffés et traités par la liqueur manganique :

Liqueur décolorée	$1^{cc},07$		
Correction pour la teinte	0,60	Différence	0,47
Oxygène absorbé par la matière combustible			$0^{mg},00536$
Pour 1 litre d'eau			$0^{mg},268$

100 centimètres cubes de la même eau ont reçu 20 centimètres cubes de la liqueur oxalique; total 120.

20 centimètres cubes de l'eau décantée, additionnés de quatre gouttes d'acide chlorhydrique, ont été traités par la liqueur manganique :

Liqueur décolorée	$2^{cc},10$		
Correction pour la teinte	0,60	Différence	1,50
Correction pour la matière combustible		$0,47 \times \frac{20}{34} =$	0,39
		Différence	1,11

Pour les 120 centimètres cubes, $6^{cc},7$ correspondant à $0^{mg},27$ de chaux :

Chaux correspondant aux 20 centimètres de liqueur oxalique	5,60
Chaux précipitée	5,33
Chaux contenue dans 1 litre d'eau	53,3

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'asphyxie par insuffisance d'oxygène.* Extrait d'une Lettre de M. **Félix Le Blanc** à M. Dumas.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Paul Bert a communiqué les résultats d'expériences physiologiques d'un grand intérêt, et qui se rattachent au séjour que le savant professeur a fait dans des atmosphères où l'air pouvait être artificiellement raréfié à divers degrés.

» Ces expériences prouvent que les effets physiologiques fâcheux constatés dans un air raréfié sont bien moins dûs à la diminution de la pres-

sion extérieure qu'à l'affaiblissement de tension de l'oxygène dans le gaz inspiré.

» M. Bert a bien voulu me faire remarquer que ses expériences, au sujet desquelles je ne revendique rien assurément, s'accordaient avec les effets physiologiques que j'avais constatés sur moi-même dans mes études sur la composition de l'air dans quelques mines (1) lorsque la proportion d'oxygène se trouvait notablement abaissée.

» J'ai perdu connaissance dans une entaille ascendante, au-dessus d'une galerie de mine, à Huelgoat (Finistère), après avoir recueilli l'air destiné à l'analyse.

» L'air était, sur ce point, exempt d'acide carbonique; il était resté stagnant dans l'entaille où la vitriolisation de la roche, chargée de pyrite, était très-active. L'analyse a indiqué :

	I.	II.
Oxygène	9,6	9,9
Azote	90,4	90,1
Acide carbonique	0,0	0,0

» Or, la tension de l'oxygène dans cet air correspondait à celle de l'oxygène de l'air normal à une hauteur verticale répondant à une pression barométrique de $0^m,34$ de mercure. A ce degré de raréfaction artificielle de l'air, M. Bert éprouvait des effets physiologiques qui rendaient indispensable l'inspiration d'un air à oxygène plus condensé pour échapper à l'imminence de l'asphyxie. Il en est de même lorsqu'on atteint des hauteurs considérables au-dessus du niveau de la mer, ainsi qu'il résulte d'observations faites dans quelques ascensions aérostatiques remarquables, et ainsi que l'ont constaté tout récemment MM. Crocé-Spinelli et Sivel, qui ont mis à profit les instructions de M. Bert, dans leur dernière ascension, féconde en résultats intéressants pour la Science. »

AÉROSTATION. — *Sur l'usage de l'oxygène en ballon.* Note de M. **W. de Fonvielle.**

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie les lignes suivantes extraites d'une note explicative que j'ai placée au bas de la page 55 de la *Science en Ballon*, ouvrage que j'ai publié en 1869, chez M. Gauthier-Villars.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XV.

« Ils (les voyageurs aériens) doivent avoir, de plus, des outres pleines de gaz oxygène disposées de manière qu'ils puissent le respirer, afin de compenser la rareté du gaz par sa richesse en principes oxydants. Ce gaz doit être dilaté pour ne point porter le trouble dans les organes respiratoires des expérimentateurs. »

» Si je n'ai pas conseillé l'usage de ce cordial gazeux, à partir de 5000 mètres, c'est parce que l'exemple de M. Glaisher m'avait paru prouver que l'on peut explorer l'atmosphère bien au delà de ce niveau sans y avoir recours. En effet, le savant physicien a pénétré à plusieurs reprises dans ces zones mystérieuses, le 18 août 1862, le 5 septembre 1862, le 31 mars 1863, le 18 avril 1863, et il ne s'est évanoui qu'une seule fois à partir du niveau de 8800 mètres. Son compagnon, M. Coxwell, a même pu, au delà de 10 000 mètres, exécuter une manœuvre difficile qui a été représentée dans la vignette des *Voyages aériens*.

» Malgré le beau succès obtenu par MM. Crocé-Spinelli et Sivel, dans leur ascension du 22 mars, il ne faut pas oublier que des faits analogues à ceux qu'ils ont constatés ont été recueillis dans la zone qu'ils ont parcourue et cela sans le secours d'air oxygéné ou d'oxygène.

» Je crois même que le résultat obtenu par M. Glaisher dans son ascension du 18 avril 1863, de $2^h 15^m$ à $3^h 30^m$ par des altitudes variant entre 7104 et 7716 mètres, par une température de -8 à -10 degrés C., peut être mis utilement sous les yeux de l'Académie pour aider à interpréter les observations de M. Crocé-Spinelli, aussi bien que pour justifier mon assertion. Je les tire de la note 10 de la page 442 du *Rapport de l'Association Britannique*, session de Newcastle upon Tyne.

» Voici comment s'exprime le savant directeur du service météorologique de l'Observatoire de Greenwich :

« Quand je regardais avec ma lunette le ciel dans la direction opposée au Soleil, je ne voyais pas de spectre. En approchant du Soleil, le jaune se manifestait. Quand j'étais très-près du Soleil, le spectre était complet. Il augmentait de largeur à mesure que j'approchais du Soleil. Quand je recevais un rayon direct de lumière solaire, tout le spectre était visible; la raie nébuleuse H et une partie notable au delà de l'extrémité violette, et la raie A à l'extrémité rouge, avec l'intercalation de raies innombrables, particulièrement à l'extrémité violette, toutes ces raies étaient nettes et bien définies. Le ballon faisant sa révolution, le spectre disparaissait graduellement, jusqu'à ce qu'on n'en vît plus de traces à l'approche du Soleil. Pendant trois révolutions successives, j'ai à peine cessé de regarder avec mon télescope. Dans la première révolution, j'ai examiné l'extrémité violette; dans la deuxième, l'extrémité rouge; dans la troisième, l'ensemble du spectre. »

» Dans cette observation, le ciel était de couleur bleue, d'une teinte que

M. Glaisher a cherché à rendre dans l'édition anglaise des *Voyages aériens*. Je n'ai pu malheureusement m'en procurer un exemplaire, et les diagrammes de l'édition française, qui sont en noir, ne peuvent donner aucun renseignement à cet égard. »

CHIRURGIE. — *Injection d'ammoniaque dans les veines, pour combattre les accidents produits par la morsure de la vipère.* Note de M. Oré, présentée par M. Bouillaud.

« J'ai communiqué récemment à l'Académie l'observation d'un malade chez lequel j'ai injecté une solution d'hydrate de chloral dans les veines pour combattre un tétanos traumatique. Je terminais ma Communication en disant que la *méthode des injections intra-veineuses*, outre son action plus rapide et plus sûre, était absolument inoffensive. Une nouvelle occasion de la mettre en usage et de prouver son innocuité vient de s'offrir à moi.

» Le 25 mars dernier, un jeune homme de dix-sept ans entra dans mon service de chirurgie, à l'hôpital Saint-André de Bordeaux. S'étant endormi, la veille, sur le bord d'un fossé, il avait été réveillé par la sensation d'un corps glissant le long de la jambe : c'était un serpent à tête aplatie et large, offrant une teinte grise, tachetée de noir, qu'il reconnut pour être une vipère. Il avait voulu le saisir au-dessous de la tête; mais l'animal avait glissé entre ses doigts et l'avait mordu au pouce de la main droite. Immédiatement il avait ressenti, au niveau de la plaie, une douleur aiguë qui avait été aussitôt suivie d'un gonflement considérable, localisé d'abord au point même de la morsure, mais qui avait envahi la main, le poignet, l'avant-bras, le bras, l'épaule, le tronc. Le soir, le malade avait eu une syncope, suivie, pendant la nuit, d'une grande agitation, avec fièvre et absence complète de sommeil.

» Lorsqu'il fut conduit, le lendemain, à l'hôpital Saint-André, je constatai l'état suivant : Le membre supérieur droit est le siége d'un gonflement considérable; la peau fortement tendue, douloureuse à la pression, offre une teinte ictérique avec quelques plaques irrégulières, plus foncées, rappelant des ecchymoses en voie de résolution. Le gonflement ne s'est pas seulement localisé au membre supérieur, il a encore envahi toute la partie supérieure du tronc, ainsi que la partie postérieure, jusqu'au sacrum. Deux petites plaies, violacées, étalées sur la face dorsale du pouce droit, au niveau de l'articulation de la première phalange avec la deuxième, ne laissent aucun doute sur la nature du reptile qui les a produites.

Le regard est animé, la pupille fortement dilatée, l'agitation extrême, le pouls petit, fréquent, la respiration gênée. La sécrétion urinaire est, en outre, suspendue depuis l'accident. Des scarifications pratiquées quelque temps auparavant, au niveau de la morsure, suivies de badigeonnages avec de l'ammoniaque, sont restées sans résultat.

» Je me décidai à diriger, contre un mal dont les dangers n'étaient que trop évidents, une médication plus active : l'injection d'une solution d'ammoniaque dans le torrent circulatoire. J'étais soutenu, dans ma détermination, par les faits d'injections semblables, rapportés par M. le Dr Ladevi-Roche dans sa thèse, et pratiquées par des médecins américains pour des morsures de serpents venimeux. Après avoir comprimé l'avant-bras gauche au-dessous de l'articulation du coude, je piquai une des veines avec un trois-quarts capillaire, et j'injectai, en une seule fois, un mélange de dix gouttes d'ammoniaque dans 7 grammes d'eau distillée.

» Une sensation immédiate, mais *passagère*, de brûlure le long de la veine, une soif ardente qui se manifesta immédiatement après l'injection furent les seuls phénomènes dignes d'être notés.

» Le soir, à 10 heures, le malade était calme ; le pouls, devenu régulier et fort, marquait 80. Le thermomètre mis dans l'oreille s'arrêtait à 37°,2 : « Il était mieux », suivant sa propre expression ; à minuit, le sommeil survint et dura jusqu'au matin.

» Le lendemain, je constatai que l'œdème n'avait point progressé. La peau, au contraire, était moins tendue et se laissait déprimer par le doigt. Le pouls était devenu tout à fait normal. L'agitation avait cessé avec le sommeil. En un mot, l'amélioration était notable.

» Les accidents généraux, modifiés immédiatement et arrêtés par l'injection intra-veineuse d'ammoniaque, n'ont pas reparu. Les symptômes locaux eux-mêmes se sont aussi rapidement modifiés en s'atténuant.

» Le 28 mars, c'est-à-dire trois jours après son entrée dans le service, le malade s'est levé pour la première fois. Aujourd'hui 5 avril, la guérison est complète. Quant à la veine piquée, *elle n'a pas offert le plus léger symptôme de phlébite.*

» Je ferai remarquer d'une manière générale que, si la piqûre de la vipère a pu quelquefois déterminer des troubles graves du côté des centres nerveux, amener même la mort, il est cependant hors de doute que le plus souvent elle n'offre pas de gravité bien sérieuse. Quoi qu'il en soit, s'il est possible de faire cesser rapidement les accidents généraux qu'elle entraîne après elle, on ne saurait refuser d'avoir recours à la mé-

thode qui conduit à de pareils résultats. Or, chez mon malade, une seule injection de dix gouttes d'ammoniaque a suffi pour ramener presque immédiatement le calme, le sommeil, la cessation de la fièvre, arrêter le gonflement douloureux du membre et du tronc. J'ajoute que ce résultat a été obtenu *par l'injection intra-veineuse*, sans que l'ammoniaque ait amené aucun trouble du côté du vaisseau. On ne devra donc pas hésiter à y recourir, toutes les fois que l'on se trouvera placé en présence de faits semblables, qui ne sont malheureusement pas assez rares. Du reste, afin de mieux fixer les idées sur ce point, j'ai commencé une série d'expériences dont j'entretiendrai prochainement l'Académie. »

PHYSIOLOGIE BOTANIQUE. — *De l'irritabilité fonctionnelle dans les étamines de* Berberis. Note de M. E. **Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« M. Cl. Bernard dans ses leçons sur la Physiologie générale faites au Muséum d'Histoire naturelle (*Revue scientifique*, 11 octobre 1873, p. 340), en traitant de l'unité vitale dans les deux règnes, a expliqué le phénomène paradoxal de l'anesthésie des végétaux en affirmant *que les agents anesthésiques font disparaître l'irritabilité nutritive des tissus chez les animaux et chez les végétaux et par suite l'irritabilité fonctionnelle qui lui est intimement liée.* « Quand la nutrition d'un élément cesse, dit l'illustre physiologiste, toutes » ses propriétés fonctionnelles disparaissent. » Ce principe n'admet assurément aucune exception, et nous en avons donné nous-même une preuve, en montrant que les étamines de Rue, insensibles aux anesthésiques, cessent cependant de se mouvoir quand l'atmosphère artificielle devient impropre aux échanges. Ce fait a été remarqué par M. Carlet (*Comptes rendus* du 25 août 1873), qui a expérimenté sur les mêmes organes et a vu le mouvement cesser au bout d'un moment relativement très-long. Je suis porté à admettre que cet habile expérimentateur a obtenu comme moi ce résultat en agissant sur des doses élevées d'anesthésique dans un espace très-restreint. Ce phénomène n'est pas imputable à l'anesthésie, car il est caractérisé par la mort de l'organisme tout entier sur lequel on opère et par l'absence du retour du mouvement dans les conditions connues qui en déterminent la réapparition. Il est bien naturel, du reste, que le chloroforme à certaines doses tue les végétaux comme il tue les animaux, et alors la suspension de la vie doit forcément se manifester par la cessation de tout mouvement quelle qu'en soit la nature; mais il n'en reste pas moins

une distinction capitale à établir entre l'arrêt de l'*irritabilité nutritive*, qui est un phénomène léthal (1), et la suspension de l'*irritabilité fonctionnelle* qui, déterminée par les agents anesthésiques, demeure un phénomène physiologique. Pour mieux appuyer que je ne l'ai fait encore cette différenciation, je viens rapporter certaines expériences qui peuvent avoir quelque valeur.

» J'ai soumis, en juillet 1873, par 25 degrés de température ambiante (à cette époque le mouvement a son intensité maximum) simultanément des étamines de *Berberis* et de Rue à l'action du chloroforme, dans un même milieu; cet agent anesthésique était employé à dessein par économie de temps, parce qu'il résulte de mes études comparatives que, sur les végétaux, comme cela a été prouvé pour les animaux, son action est plus prompte. L'expérimentation a débuté par l'emploi de doses minimes. Les rameaux floraux, seuls mis en cause, étaient réunis sous une cloche de moyenne grandeur (2 litres environ) et ayant leur pied baigné dans l'eau. Toutes les cinq minutes une goutte de chloroforme était rapidement introduite avec une pipette sous la cloche, sur une petite capsule placée immédiatement au-dessous des rameaux floraux.

» Après chaque soulèvement de la cloche, les étamines de *Berberis* étaient touchées pour voir l'état de la sensibilité; elle resta intacte jusqu'à 10 gouttes ($0^{gr},740$). A cette dose, le mouvement fut suspendu dans les étamines irritables; mais celles de Rue continuèrent à se mouvoir automatiquement avec cette régularité que M. Carlet a fait connaître (*loc. cit.*). Alors je continuai d'ajouter du chloroforme, 5 gouttes par 5 gouttes et de cinq en cinq minutes. A chaque dose nouvelle, je retirais le rameau de *Berberis* pour constater le retour du mouvement provoqué après exposition à un courant d'air pendant dix minutes environ. J'arrivai ainsi, sans observer aucun trouble profond, mais en constatant cependant une activité décroissante dans les étamines de *Berberis*, jusqu'à 90 gouttes. Dans les étamines de Rue, le mouvement était si lent qu'il serait difficile de dire qu'il se ralentit encore sous l'influence de l'action asphyxique des vapeurs chloroformiques. A cette dernière dose ($1^{gr},665$), le mouvement s'arrêta simultanément dans les deux plantes, et il fut im-

(1) « L'irritabilité nutritive est la propriété qui, tant qu'elle subsiste dans un élément, » oblige à dire que cet élément est vivant, et qui, lorsqu'elle s'est éteinte, oblige à dire qu'il » est mort. Pour tout dire, en un mot, elle est la caractéristique absolue de la vitalité. » (Cl. Bernard, *Revue scientifique*, p. 338, numéro du 11 octobre 1873.)

possible de rappeler les étamines de *Mahonia* et de Rue à la vie : l'irritabilité nutritive avait été atteinte par cette dose d'agent anesthésique et avait entraîné avec elle l'irritabilité fonctionnelle.

» L'expérience avait duré en tout cinq heures avec le chloroforme; avec l'éther sulfurique il fallut neuf heures pour arriver aux mêmes résultats. Je ne veux pas oublier de dire que, pendant tout le temps que durèrent ces expériences, deux rameaux floraux témoins, détachés des mêmes plantes, furent placés sous une cloche de même capacité, dans un verre d'eau, et ne présentèrent rien d'anormal dans le mouvement staminal.

» *Autre expérience.* — J'avais remarqué que l'ammoniaque gazeuse est un violent excitant de l'irritabilité fonctionnelle (elle agit sur tous les organes doués de mouvement provoqué) et que, quand le contact du gaz caustique n'est pas trop prolongé, les organes excités reviennent lentement, comme après le tact, à leur position naturelle de détente.

» Ce fait acquis, voici l'expérience complémentaire que j'instituai. L'outillage précédent me servit, et j'introduisis sous cloche deux rameaux bien vivants de *Berberis* et de Rue; je versai ensuite, dans la capsule placée au-dessous des fleurs, 3 gouttes d'ammoniaque liquide : la détente des 6 étamines irritables se produisit instantanément et elles revinrent très-facilement à leur position, sans sortir de l'atmosphère anormale, même après six additions de la même dose de liquide caustique, données de cinq en cinq minutes; à la vingtième goutte, le mouvement cessa sans retour, dans les deux espèces d'étamines. La dose de $0^{gr},90$ d'ammoniaque à $0^{gr},92$ avait produit le même effet que $1^{gr},66$ de chloroforme. Comme on le voit dans ces deux cas, si la cause du mouvement provoqué peut être atteinte par des agents divers et d'une manière diverse (cette action rapprocherait les animaux des végétaux), il est remarquable aussi que les mêmes agents n'éteignent définitivement le mouvement provoqué que lorsque la mort de la plante est survenue; que cette irritabilité soit excitée ou arrêtée passagèrement, elle diffère essentiellement par sa manière d'être de celle qui préside au mouvement spontané et ne peut, en aucune façon, être confondue dans une même essence. Ces résultats me paraissent de nature à faire admettre que l'*irritabilité fonctionnelle peut être atteinte isolément* et que, quoique *surbordonnée à l'irritabilité nutritive, elle en est cependant indépendante, tout comme la respiration chlorophyllienne est indépendante chez les végétaux de la respiration générale.*

» En terminant, je signalerai un dernier fait, qui me paraît devoir rapprocher l'anesthésie des végétaux à mouvements provoqués de celle qu'on

peut produire chez les animaux. Après avoir endormi les étamines de *Berberis*, je cherchai à prolonger la période de sommeil en versant dans la capsule florale une goutte d'une solution aqueuse concentrée de chlorhydrate de morphine ($0^{gr},01$ pour 1 gramme d'eau égale $\frac{1}{2}$ milligramme pour 1 goutte). D'abord je n'observai rien, sinon que les étamines, quoique inondées de liquide narcotique, devinrent, par l'exposition à l'air et dans un laps de temps voulu, parfaitement sensibles à l'action irritante par contact. La morphine n'avait donc pas agi, et il restait à savoir si elle avait pu être absorbée sans manifester son action; je fus porté à admettre la non-absorption, après m'être assuré que les filets staminaux sont enduits d'une sécrétion résineuse et que leur épiderme à cellules papilleuses est dépourvu de stomates. Pour m'en assurer, je profitai du sommeil des étamines et je pratiquai une vraie injection sous-épidermique, en faisant en long et en travers quelques entailles très-superficielles à l'épiderme, avec un instrument très-acéré. Le liquide avait certainement pénétré et agi; car le sommeil fut de plus longue durée (de quinze minutes environ) que sur un rameau témoin, et je pus le prolonger durant tout un jour, après avoir enlevé complétement l'épiderme de la face concave du filet. Dans des conditions identiques, la même expérience, pratiquée sur des étamines de Rue en plein mouvement, ne m'a conduit à aucun résultat appréciable. Pour éviter toute objection, j'ai employé diverses solutions concentrées de sels neutres (chlorure de sodium, azotate de potasse, sulfate de soude) et de sucre de canne dans les mêmes conditions, et le sommeil n'a pas été prolongé.

» Tous ces faits rapprochent le mouvement végétal provoqué de celui qui est propre aux animaux; mais ils mettent aussi en évidence la nécessité de ne pas confondre les deux ordres de mouvements, dont la différenciation s'accuse de plus en plus nettement à mesure que le cadre de l'expérimentation s'élargit. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 AVRIL 1874.

H.-M.-S. CHALLENGER. *Reports of captain* G.-S. NARES, R. N., *vith abstract of soundings and diagrams of Ocean temperature in north and south Alantic ocean.* 1873; br. in-8°.

Du profil rationnel des segments des pistons des machines à vapeur; par M. RESAL. Paris, Dunod, 1874; br. in-8°.

Mémoires des Concours et des Savants étrangers, publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique (1er fascicule du tome VIII). Bruxelles, H. Manceaux, 1874; in-4°.

Recueil de Mémoires de Médecine, de Chirurgie et de Pharmacie militaires, publié par ordre du Ministre de la Guerre; 3e série, t. XXIX. Paris, V. Rozier, 1873; in-8°.

Chronologie de la pierre; par M. REBOUX. Paris, typ. A. Hennuyer, 1874; in-8°. (2 exemplaires.)

Journal de la Société centrale d'Horticulture de France. Annuaire publié en 1874. Paris, au siége de la Société, 1874; in-8°.

Ville de Lille. Programme de la sixième Exposition internationale d'horticulture, objets d'art ou d'industrie horticole, organisée par le Cercle horticole du Nord avec le concours de la ville de Lille, qui aura lieu du samedi 13 *au lundi* 22 *juin* 1874, *etc.* Lille, imp. J. Petit, 1874; br. in-8°.

Recherches sur la composition de l'air dans quelques mines; par M. Félix LE BLANC. Paris, imp. Bachelier, 1846; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

La ferme de Lisors; par E. MARCHAND. Paris, librairie agricole, 1874; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'agriculture pratique.*)

Étude d'un complexe du second ordre; par M. PAINVIN. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1871; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques.*)

Étude d'un complexe du second ordre; par M. PAINVIN. Paris, Gauthier-Villars, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Mathématiques,* t. XI.)

(A suivre.)



Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1874.

DATES.	HAUTEUR DU BAROMÈTRE à midi.	THERMOMÈTRES du jardin.			THERMOMÈTRES du pavillon.			EXCÈS SUR LA MOYENNE normale de chaque jour.	TEMPÉRATURE MOYENNE du sol.				THERMOMÈTRES CONJUGUÉS dans le vide (T'— t).	TENSION DE LA VAPEUR (moyenne du jour).	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE (moyenne du jour).	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
		Minima.	Maxima.	Moyennes.	Minima.	Maxima.	Moyennes.		à 0m,02.	à 0m,10.	à 0m,30.	à 1m,00.					
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	757,6	0,9	11,7	6,3	1,1	11,6	6,4	1,3	6,0	6,1	5,7	5,9	4,7	6,1	82	»	9,0
2	765,6	3,1	12,6	7,9	3,7	11,9	7,8	2,1	6,4	6,6	6,0	6,1	2,7	5,9	76	»	0,0
3	767,1	1,1	8,7	4,9	1,6	8,8	5,2	-1,1	4,9	5,3	5,7	6,2	3,9	5,4	88	»	0,0
4	768,1	-0,6	10,7	5,1	-0,5	10,6	5,1	-1,2	4,1	4,9	5,2	6,2	5,8	4,1	69	»	0,0
5	768,3	-0,6	7,1	3,3	-0,4	7,0	3,3	-2,2	3,3	4,0	4,6	6,2	2,8	4,5	79	»	0,0
6	770,5	-2,3	8,1	2,9	-2,1	8,2	3,1	-2,4	3,4	3,9	4,2	6,1	5,1	4,2	71	»	0,5
7	768,3	2,3	9,5	5,9	2,4	9,5	6,0	0,1	4,2	4,7	4,6	6,0	6,3	4,4	70	»	0,5
8	758,4	-1,9	12,5	5,3	-2,0	12,2	5,1	-0,6	3,9	4,4	4,5	5,7	7,2	3,9	64	»	0,5
9	748,1	-1,1	9,7	4,3	-0,7	9,5	4,4	-1,0	3,8	4,4	4,5	5,9	6,7	4,2	71	»	6,0
10	748,7	-0,6	5,3	2,4	-0,5	5,3	2,4	-2,7	2,5	3,6	4,3	5,9	5,4	3,5	78	»	9,0
11	754,6	-2,7	3,2	0,3	-2,8	3,0	0,1	-4,9	1,6	2,5	3,5	5,9	4,8	3,4	80	»	10,5
12	762,7	-3,7	4,9	0,6	-3,7	4,4	0,4	-5,1	1,6	2,4	3,2	5,7	5,4	3,9	81	»	7,5
13	764,4	-0,7	6,2	2,8	-0,6	6,1	2,8	-2,9	2,6	3,2	3,3	5,6	3,4	3,9	71	»	5,0
14	768,5	-1,7	9,2	3,8	-1,7	9,2	3,8	-2,2	3,5	3,6	3,7	5,5	2,5	4,9	74	»	0,0
15	764,7	4,5	9,2	6,9	4,8	9,3	7,1	0,9	5,6	5,4	4,3	5,5	2,1	6,3	81	»	7,0
16	765,6	4,4	10,0	7,2	4,6	10,0	7,3	0,9	6,3	6,3	5,2	5,5	1,9	6,1	78	»	9,0
17	766,7	6,3	13,8	10,1	6,3	13,8	10,1	3,5	7,2	7,1	5,9	5,7	6,3	5,6	65	»	8,0
18	759,2	1,1	14,4	7,8	1,5	14,2	7,9	1,7	7,4	7,3	6,5	5,9	5,3	6,3	81	»	4,5
19	758,7	5,9	14,1	10,0	6,1	14,1	10,1	3,9	8,4	8,2	7,0	6,2	4,7	6,5	74	»	7,0
20	757,3	6,8	10,2	8,5	7,0	10,6	8,8	1,8	7,4	7,8	7,3	6,5	2,6	4,9	63	»	5,0
21	762,6	3,6	14,8	9,2	3,9	14,7	9,3	2,5	7,4	7,8	7,2	6,7	8,1	4,8	66	»	3,5
22	762,4	2,2	14,3	8,3	2,4	14,4	8,4	1,6	8,0	8,0	7,6	6,9	5,6	6,6	76	»	5,0
23	762,6	9,5	13,8	11,7	9,6	13,7	11,7	5,5	9,8	9,4	8,1	7,1	1,8	8,5	85	»	8,0
24	762,7	7,1	16,2	11,7	7,1	15,7	11,4	4,5	9,8	9,8	8,6	7,3	5,0	7,4	78	»	2,0
25	762,3	5,3	12,1	8,7	5,3	11,9	8,6	1,7	7,7	8,6	8,6	7,5	4,3	5,0	69	»	5,0
26	764,1	2,3	16,5	9,4	2,4	16,6	9,5	2,4	7,6	8,1	8,0	7,7	6,3	5,8	72	»	3,5
27	760,6	0,2	20,5	10,4	0,4	20,2	10,3	3,1	9,0	8,8	8,1	7,8	8,8	4,4	50	»	5,5
28	761,3	8,1	15,2	11,7	7,9	15,4	11,7	4,2	9,0	9,5	8,8	7,9	4,5	6,1	67	»	11,5
29	759,5	5,2	16,0	16,6	5,2	15,9	10,6	2,6	9,2	9,4	8,8	8,0	6,9	6,8	71	»	11,0
30	758,5	9,1	16,6	12,9	9,1	16,2	12,7	4,4	9,9	10,1	9,2	8,2	3,9	6,2	62	»	10,0
31	758,3	5,8	15,7	10,8	6,0	15,7	10,9	2,6	10,0	10,0	9,4	8,4	4,3	7,2	75	»	13,0
Moy.	761,9	2,6	11,7	7,2	2,7	11,6	7,2	0,8	6,2	6,5	6,2	6,6	4,8	5,4	73	»	5,4

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1874.

Dates.	Magnétisme terrestre.			Pluie.		Évaporation (1).	Vents.			Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
	Déclinaison moyenne.	Inclinaison moyenne.	Intensité.	à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.		Direction générale à terre.	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.		
	° '	° '		mm	mm	mm		k			
1	17.25,4	65.25,6	»	0,0	0,0	1,6	SSO	5,0	SSO	8	Givre. Pluie à minuit.
2	24,8	25,7	»	»	»	1,2	ONO-NE	1,9	N	7	Faible rosée le matin.
3	24,8	24,8	»	»	»	2,0	N	7,6	NNE	5	Gelée blanche le matin.
4	25,0	24,4	»	»	»	2,5	NNO-NE	5,5	ENE	4	Brouillard le matin.
5	24,1	23,4	»	»	»	1,9	N	6,3	»	7	Gelée blanche le matin.
6	25,0	23,7	»	»	»	2,0	N	11,9	NNE	6	Givre. Léger brouillard.
7	(c) 21,6	25,1	»	»	»	3,4	NE-NO	8,6	NNE	4	Ciel serein le soir.
8	(c) 29,7	24,4	»	»	»	2,9	ONO-SSO	3,9	»	0	Gelée blanche. Beau temps.
9	22,7	24,2	»	1,2	0,8	2,8	SSO-ONO	12,3	SO	8	Soirée pluv. Plaques aurorales.
10	24,4	21,1	»	1,8	(b) 1,4	(a) 1,7	ONO	8,8	ONO	6	Neige à plusieurs reprises.
11	23,7	20,3	»	4,3	(b) 4,1	(a) 2,0	NO	10,2	NNO	7	Id.; abondante le soir.
12	23,6	21,2	»	1,5	(b) 1,4	(a) 1,6	NO-SO	8,2	NO-SO	7	Neige; pluie le soir.
13	25,6	21,4	»	0,3	0,2	2,7	très-var.	9,1	NNE	4	État du ciel très-variable.
14	23,4	22,1	»	»	»	2,0	ONO	4,3	NO	10	Plaques aurorales le soir.
15	23,9	24,1	»	0,1	0,1	1,8	ONO	10,1	ONO	10	Gout. de pluie; faib. lueur aur.
16	24,9	24,9	»	0,0	0,0	1,6	O	5,1	NO	10	Pluvieux le jour; id.
17	27,4	25,7	»	»	»	3,0	SO	8,1	OSO-ONO	8	Plaques aurorales.
18	27,4	23,6	»	0,1	0,1	2,1	SSO-NNO	7,0	»	7	Rosée le matin. Pluv. le soir.
19	27,9	23,2	»	0,1	0,1	2,8	OSO	8,4	NO	8	Faib. lueur aur.; pluie à minuit.
20	26,6	20,5	»	0,8	0,5	3,6	ONO	9,3	NO	9	Pluie avant l'aurore.
21	26,1	21,6	»	»	»	2,9	NO-SSO	6,0	OSO	4	»
22	26,0	21,2	»	»	»	2,0	OSO	5,9	O	9	»
23	27,3	22,3	»	»	»	1,7	NO-NNE	6,1	N	9	»
24	(c) 27,8	21,3	»	»	»	2,0	N	7,4	N	8	Brouillard le matin.
25	(c) 27,6	17,8	»	»	»	5,3	NNE	19,6	NE	5	Rafales de NE à N.
26	(c) 26,6	19,2	»	»	»	2,3	très.-var.	4,5	»	3	Brouillard et rosée le matin.
27	25,9	21,0	»	»	»	5,7	SSO	6,9	»	2	Gelée blanche le matin.
28	26,6	20,5	»	1,6	1,3	2,8	SO	7,7	O	7	Halo le soir.
29	27,3	20,9	»	»	»	3,7	SO	17,5	O	9	Bourrasq. de SO, halo le soir.
30	26,5	21,7	»	0,1	0,1	4,0	O	12,4	O	8	Matinée pluvieuse.
31	25,8	21,4	»	1,6	1,3	3,0	SO	12,5	SO	9	Pluie faible à diverses reprises.
Moyen. ou totaux.	17.25,6	65 22,7	»	13,5	11,4	80,6		8,3		6,7	

(1) L'évaporomètre Piche, usité d'ordinaire, a été remplacé pendant les gelées (4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 et 14) par une surface de 2 décimètres carrés de terre tamisée et saturée d'eau. — (a) Douteux, à cause de la neige que le vent déplace et porte sur les plateaux.
(b) Neige fondue recueillie sur le pluviomètre émaillé fournissant l'eau des analyses. — (c) Perturbations.

Observations météorologiques faites a l'Observatoire de Montsouris. — Mars 1874.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	761,50	762,05	761,87	761,08	761,13	761,47	761,45	761,49
Pression de l'air sec	756,29	756,47	756,52	756,00	755,82	755,99	755,85	756,12
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin) (*a*) (*b*).	3,57	6,40	9,59	10,46	8,38	6,60	5,46	6,75
» (pavillon)	3,56	6,62	9,77	10,55	8,41	6,24	5,42	6,79
Thermomètre à alcool incolore	3,39	6,14	9,23	10,19	8,18	6,46	5,31	6,53
Thermomètre électrique à 29m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	3,35	18,12	26,55	21,86	8,16	»	»	15,61
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	3,20	10,91	16,95	15,15	7,93	»	»	10,83
Excès (T' — *t*)	0,15	7,21	9,60	6,71	0,23	»	»	4,78
Températ. du sol à 0m,02 de profondr	4,75	5,32	7,00	7,96	7,31	6,32	5,75	6,20
» 0m,10 »	5,72	5,66	6,31	7,11	7,35	7,03	6,58	6,49
» 0m,20 »	6,47	6,29	6,26	6,54	6,96	7,16	7,00	6,67
» 0m,30 »	6,12	6,01	5,91	5,99	6,23	6,47	6,40	6,17
» 1m,00 »	6,44	6,47	6,50	6,51	6,51	6,52	6,54	6,50
Tension de la vapeur en millimètres	5,21	5,58	5,35	5,08	5,31	5,48	5,60	5,37
État hygrométrique en centièmes	85,9	76,7	59,5	54,0	64,5	74,5	81,3	72,8
Pluie en millimètres à 1m,80 du sol	2,1	0,2	0,1	0,4	1,4	1,3	5,9	t. 11,4
» (à 0m,10 du sol)	2,9	0,4	0,1	0,6	1,5	1,7	6,3	t. 13,5
Évaporation totale en millimètres	»	»	»	»	»	»	»	t. 80,6
Vit. moy. du vent par heure en kilom	6,6	7,7	10,3	11,2	10,2	7,1	6,8	»
Pluie moy. par heure (à 1m,80 du sol)	0,35	0,07	0,03	0,13	0,47	0,43	1,97	»
Évaporation moyenne par heure	»	»	»	»	»	»	»	»
Inclinaison magnétique. 65° +	21',3	20',7	23',0	25',2	24',7	22',8	21',7	22',7
Déclinaison magnétique (*c*) 17° +	23,6	22,3	30,7	30,3	25,2	23,9	23,1	25,6

Tempér. moy. des maxima et minima (parc) .... 7°,2

» » (façade nord du bâtiment, pavillon du parc) 7,2

» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie) 9,1

(*a*) *Température moyenne diurne calculée par pentades :*

Mars 2 à 6	4°,5	Mars 12 à 16	4°,8	Mars 22 à 26	9°,2
» 7 à 11	2,5	» 17 à 21	8,6	» 27 à 31	10,9

(*b*) *Températures moyennes horaires.*

Midi	9°,59	Minuit	5°,46
1h soir	10,27	1h matin	4,85
2	10,57	2	4,15
3	10,46	3	3,54
4	9,98	4	3,18
5	9,22	5	3,18
6	8,37	6	3,57
7	7,60	7	4,28
8	7,00	8	5,28
9	6,60	9	6,40
10	6,29	10	7,55
11	5,95	11	8,65

(*c*) *Déclinaisons moyennes horaires.*

Midi	17°30',7	Minuit	17°23',1
1h soir	32,1	1h matin	23,9
2	31,9	2	25,1
3	30,3	3	26,1
4	28,2	4	26,3
5	26,4	5	25,3
6	25,2	6	23,6
7	24,6	7	22,0
8	24,3	8	21,3
9	23,9	9	22,3
10	23,4	10	24,8
11	23,0	11	27,9

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* 2 *à* 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matièr. l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:*

Pour Paris.	**20 fr.**
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	**30 fr.**
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen*....... Allègre.
- *Amiens*..... Prévost-Allo.
- *Angoulême*.. Debreuil.
- *Angers* ..... Barassé. / Lachèse, Bellenvre et Cie.
- *Bayonne*.... Cazals.
- *Besançon*... Marion.
- *Bordeaux*... Chaumas. / Sauvat.
- *Bourges*.... David.
- *Brest*....... Lefournier.
- *Caen*........ Legost-Clérisse.
- *Chambéry*... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Berthelage.
- *Dijon*...... Lamarche.
- *Grenoble*... Drevet.
- *Lille*....... Beghin. / Quarré.
- *Lorient*..... Mme Tiret.
- *Lyon*....... Beaud. / Palud.
- *Marseille*... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier*. Coulet. / Seguin.
- *Nantes* ..... Douillard frères. / Mme Veloppé.

chez Messieurs :

- *A Nancy*...... Mlle Gonet. / Grosjean.
- *Nîmes*...... Giraud.
- *Orléans*.... Vaudecraine.
- *Poitiers*.... Létang.
- *Rennes* ..... Hauvespre. / Verdier.
- *Rochefort*... Boucard. / Valet.
- *Rouen*...... Lebrument. / Herpin.
- *St-Étienne*.. Chevalier.
- *Toulon*..... Rumèbe. / Ravel.
- *Toulouse*.... Gimet. / Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

- *A Metz*....... Ballet. / Rousselot. / Warion.
- *Mulhouse*... Perrin.
- *Strasbourg*.. Derivaux. / Simon. / Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam*.. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone*.. Verdaguer.
- *Berlin*..... Asher et Cie.
- *Bologne*.... Zanichelli et Cie.
- *Boston*..... Sever et Francis.
- *Bruxelles*... Decq. / Muquardt.
- *Cambridge*.. Dighton.
- *Édimbourg*.. Seton et Mackenzie.
- *Florence*.... Jouhaud.
- *Gand*....... Lebrun-Devigne.
- *Genes*...... Beuf.
- *Genève*..... Cherbuliez.
- *La Haye*... Belinfante frères.
- *Lausanne*... Blanc, Imer et Lebat.
- *Leipsig*..... Brockhaus. / Dürr. / Voss.
- *Liége*....... Bounameaux. / Gnusé.
- *Lisbonne*.... Silva junior et Cie.
- *Londres*..... Asher et Cie. / Dulau. / Nutt.
- *Luxembourg*. V. Büch.
- *Milan*....... Dumolard frères.
- *Moscou*..... Gautier.

chez Messieurs :

- *A Madrid*..... Bailly-Baillière. / Duran. / Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York*.. Christern.
- *Oxford*..... Parker et Cie.
- *Palerme*.... Pédone-Lauriel.
- *Porto*...... Mme Vve Moré. / Chardron.
- *Rio-Janeiro*. Garnier.
- *Rome*...... Bleggi.
- *Rotterdam*.. Kramers.
- *Stockholm*.. Bonnier. / Samson et Wallin.
- *St-Pétersb*.. Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Trieste*..... Münster.
- *Turin*...... Bocca frères. / Mariotti.
- *Varsovie*.... Hösick. / Gebethner et Wolff
- *Venise*...... Münster.
- *Vérone*..... Münster.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich*..... Orell, Füssli et Cie. / Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. . . . . 20 fr

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix . . . . 20 fr

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbation qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dan la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches.. 25 fr

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie de Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les diffé » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultané ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, ave 27 planches, 1861.. 25 fr

---

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 14.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 Avril 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 15 (13 Avril 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AVRIL 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance par M. le Secrétaire perpétuel, M. le **Président** se lève et dit :

« Monsieur Becquerel,

» Plusieurs fois déjà l'Académie des Sciences, en témoignage de son affection et de son respect pour les plus anciens de ses Membres, a fait frapper des médailles commémoratives de leur cinquantaine académique : c'est une médaille semblable que je vous offre au nom de vos confrères.

» Vous avez été élu en 1829 : il y a quarante-cinq ans seulement; mais l'Académie, le jour où elle a pu vous appeler à elle, vous considérait depuis longtemps déjà comme un des siens; ses séances plus d'une fois avaient été remplies par vos Mémoires, dont l'éclat rejaillissait sur elle. Lorsque, dans un siècle ou deux, l'historien de la science voudra retracer l'histoire de l'Académie, il aura un beau et grand chapitre à consacrer au nom de Becquerel; il en aura deux même : un pour le père, l'autre pour le fils; mais la pensée ne lui viendra pas, je crois, de subdiviser davantage et de séparer sous des titres distincts les Mémoires antérieurs à 1829 de ceux qui ont suivi votre

nomination. Ils sont tous de la même main, le même esprit les anime. Avant d'entrer à l'Académie, vous aviez acquis l'expérience d'un physicien consommé et l'autorité d'un maître; après cinquante ans de succès et de beaux travaux, vous avez conservé l'activité, l'ardeur et la fécondité d'un jeune homme.

» Je suis heureux d'avoir à vous exprimer les sentiments d'affection sincère et de respect qui vous entourent ici comme partout où la science est en honneur. »

M. Élie de Beaumont ajoute :

« Il y a maintenant plus de cinquante ans que les beaux travaux de M. Becquerel sur l'électricité ont commencé à vivifier nos séances sur lesquelles ils répandent encore, à de courts intervalles, un si vif intérêt. C'est en effet le 16 juin 1823 que M. Becquerel, ancien chef de bataillon du Génie, éloigné par d'honorables blessures du service militaire actif, a lu à l'Académie un premier Mémoire où il débutait en disant :

« Quand on voit le magnétisme, le calorique et la lumière se produire » en même temps que l'électricité, on est porté à croire que tous ces effets » sont dus à une seule et même cause diversement modifiée (1). »

» Combien de pas notre illustre confrère a su faire faire depuis lors à cette doctrine profonde qui touche à toutes les parties de la Physique et à tous les phénomènes de la nature! Elle s'applique même à la production des minéraux, sur laquelle, dans ces derniers mois encore, M. Becquerel a répandu des lumières nouvelles en montrant de plus en plus comment, « avec le concours des affinités, s'opèrent les actions lentes de la nature » organique et de la nature inorganique, avec transports des éléments con» stitutifs des corps (2). » Après ce demi-siècle de travaux, entrés, avec tant d'éclat, dans le sanctuaire de la Science, sous l'égide de l'Académie, l'heure était arrivée de célébrer le *jubilé scientifique* de M. Becquerel. »

M. Becquerel répond :

« Je prie mes confrères d'agréer l'expression de ma vive reconnaissance pour l'honneur qu'ils viennent de me faire en me décernant une médaille;

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIII, p. 135 (1823).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1130, et t. LXXVIII, p. 89 : séances des 17 novembre 1873 et 12 janvier 1874.

j'attribue cette haute faveur à la persévérance avec laquelle je poursuis mes recherches physico-chimiques commencées il y a plus de cinquante ans, et que l'âge jusqu'ici n'a pas ralenties.

» Je remercie également l'Académie de l'empressement qu'elle a toujours mis à me fournir, quand ils me manquaient, les moyens de les continuer.

» Ma reconnaissance, soyez-en bien persuadés, sera gravée dans mon cœur jusqu'à ma dernière heure. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Bréguet* à la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Passy*.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bréguet** prend place parmi ses confrères.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur le spectre de la vapeur d'eau, à l'occasion du voyage aérostatique de MM.* Crocé-Spinelli *et* Sivel; par M. **J. Janssen** (1).

« La remarquable ascension de MM. Crocé-Spinelli et Sivel avait principalement pour but de soumettre au contrôle de l'expérience une importante question de Physiologie et un point de Physique solaire. On sait maintenant avec quel succès ces Messieurs ont accompli leur beau et périlleux voyage.

» Je ne toucherai pas à la question de Physiologie. C'est à M. Bert et à son illustre maître, M. Cl. Bernard, qu'il appartient de discuter ces observations qui ont démontré, d'une manière si concluante, l'efficacité de l'oxygène pour combattre les effets de la raréfaction dans les hautes régions de l'atmosphère. Quant à la Météorologie, le voyage nous a valu des documents très-importants sur la température de l'air aux grandes hauteurs, sur l'existence de cirrus à 9 et 10 000 mètres, sur la direction multiple des vents suivant l'élévation, etc. Je me propose de revenir sur ces points d'un si haut intérêt. Pour aujourd'hui, je présenterai simple-

(1) Cette Note devait faire partie du précédent numéro des *Comptes rendus*; elle n'a pu être insérée par suite d'un retard dans l'impression.

ment ici quelques réflexions sur la disparition complète des raies de la vapeur d'eau à 7000 mètres, et j'en prendrai occasion pour faire connaître quelques résultats obtenus dans mes études sur ce sujet.

» Ces résultats sont encore incomplets. Mes voyages, d'une part, et aussi le défaut des ressources dont il eût fallu disposer pour des expériences qui nécessitent de très-grands appareils, ne m'ont pas permis de les terminer et d'offrir à l'Académie le travail complet et digne d'elle que je désirais lui présenter sur le spectre général de la vapeur d'eau (1) et ses applications à l'Astronomie et à la Météorologie. A la veille de partir pour un nouveau et long voyage, je pense que je dois faire connaître ce que j'ai déjà obtenu, souvent d'une manière indirecte. Quelques-uns de ces résultats pourront déjà être utilisés, et plus tard, en reprenant ces études, je ne paraîtrai pas emprunter à d'autres des idées qui me sont propres.

» Il est aujourd'hui démontré que la vapeur d'eau possède un spectre d'absorption très-remarquable et très-complet. Ce point me paraît définitivement établi par l'ensemble de mes études sur les raies telluriques, et surtout par les expériences directes faites en 1866, à l'usine de la Villette, sur de longues colonnes de vapeur aqueuse.

» Le spectre de la vapeur d'eau est très-riche : il comprend la presque totalité des raies du spectre solaire qu'on peut attribuer à l'action de l'atmosphère terrestre. Les plus beaux groupes sont situés dans le rouge, le jaune, le vert. Dans le bleu et le violet, la vapeur exerce certainement une action très-active, mais cette action ne se traduit pas comme pour la partie la moins réfrangible du spectre, par des raies bien déterminées; l'absorption est moins élective, plus générale. Il n'est pas douteux que si nous pouvions employer des instruments assez puissants et disposer d'une intensité lumineuse suffisante, nous verrions les bandes et les ombres de cette région se résoudre en raies innombrables. A l'égard de la partie ultra-violette du spectre, je rapporterai ici une observation qui accuse aussi une action de la vapeur sur ces rayons.

» En 1869, j'étais à Simla, dans l'Himalaya. C'était en hiver, pendant la saison sèche; l'atmosphère était rare, pure et si sèche que le papier donnait habituellement des étincelles par le simple attouchement des doigts. Or, je fus très-surpris, un jour que j'observais le spectre solaire avec un spectroscope à vision directe placé au foyer d'une lunette de 6 pouces, de voir une longue traînée violacée prolongeant le violet et les deux bandes

(1) C'est-à-dire comprenant la partie obscure, lumineuse et ultra-violette du spectre.

si connues H et H′ qui terminent le spectre ordinairement visible. Un examen attentif me montra que c'était le spectre ultra-violet avec ses lacunes qui apparaissait dans ces circonstances exceptionnelles. Le phénomène persista durant la saison sèche et disparut au retour des pluies. quant aux rayons de la partie la moins réfrangible du spectre, ceux dits de *chaleur obscure*, il a déjà été reconnu qu'ils sont abondamment absorbés par la vapeur d'eau. Mais cette action est-elle générale ou élective? Elle est élective. A la suite des expériences de 1866, faites à l'usine de la Villette, j'ai commencé sur ce sujet un travail, interrompu bientôt par mes voyages, mais par lequel j'avais déjà reconnu, dans la partie obscure, l'existence de bandes très-caractérisées, dues à la vapeur d'eau.

» Dans le Rapport que j'avais l'honneur d'envoyer à l'Académie sur l'observation de l'éclipse du 18 août 1868 (1), j'annonçais ces premiers résultats, parce qu'ils venaient d'être très-singulièrement confirmés par des observations faites dans la mer Rouge. La mer Rouge est profondément encaissée, et les vents s'y font peu sentir; il en résulte que l'action solaire y charge l'air d'une énorme quantité de vapeur d'eau. Le point de rosée y est presque aussi élevé que la température de l'air. Pour une température de 28 à 32 degrés, j'ai souvent constaté le point de rosée entre 26 et 30 degrés. Or, j'avais fait construire un spectroscope binoculaire d'un grossissement faible et excessivement lumineux. Observant avec cet instrument les levers et les couchers du Soleil dans cette mer, j'ai été surpris de voir que ma vision s'étendait loin dans la région obscure, au delà de A, et je vis alors les bandes obscures Y, Z de Brewster, extraordinairement accusées; ce qui montre bien qu'elles sont dues à la vapeur aqueuse; car dans les circonstances atmosphériques ordinaires, ces bandes sont bien difficilement perceptibles.

» Il résulte donc de l'ensemble de ces études que la vapeur agit sur l'ensemble des radiations solaires depuis les rayons de chaleur obscure jusqu'aux ultra-violets; mais, ce qui est très-remarquable, l'action élective

(1) « J'ajouterai, en terminant, que j'ai eu l'occasion de continuer aussi mes études sur le » spectre de la vapeur d'eau. Le climat de l'Inde, très-humide en ce moment, est très-fa» vorable à ces recherches. Je suis conduit à attribuer au spectre de cette vapeur une im» portance tous les jours plus grande; l'ensemble de mes études à Paris et ici m'amène à » reconnaître une action élective sur l'ensemble des radiations solaires, depuis les rayons » obscurs jusqu'aux rayons ultra-violets, bien que dans le violet l'action élective soit » beaucoup plus difficile à constater. Ces études formeront l'objet d'une Communication » séparée. » (*Comptes rendus*, 15 février 1869.)

se fait surtout sentir sur la partie la moins réfrangible, ce qui, d'après certaines considérations théoriques, me semble dû à un effet de température.

» Il serait difficile, dès maintenant, de prévoir toute l'étendue des applications de ces propriétés de la vapeur aqueuse ; elles seront sans doute en rapport avec le rôle immense de l'eau dans la nature. Pour aujourd'hui je ne toucherai qu'à un point, celui sur lequel l'ascension du 22 mars est venue apporter un précieux témoignage. Il s'agissait de savoir si les raies ou bandes du spectre solaire, d'origine aqueuse, sont entièrement dues à notre atmosphère, ou si la lumière solaire, avant d'y pénétrer, en présente déjà les caractères. La question était fort importante, comme on le comprend, puisque, dans la dernière hypothèse, il faudrait admettre que dans les enveloppes solaires il existe des régions qui se sont déjà refroidies au point de permettre à la vapeur d'eau d'y exister sans décomposition. Pour décider cette question, on peut employer plusieurs méthodes ; mais les ascensions à grande hauteur fournissent un des moyens les plus simples et les plus sûrs. J'avais donc prié M. Crocé-Spinelli de se charger de cette observation. Plusieurs semaines auparavant, cet observateur s'était familiarisé avec l'instrument qu'il devait emporter ; les raies dont j'avais recommandé l'observation sont celles qui confinent la double raie du sodium du côté du rouge : ce sont les premières qui apparaissent par l'action de la vapeur ; ce sont donc celles qui devaient fournir le témoignage le plus concluant. De plus, comme ces raies sont situées dans la partie la plus lumineuse du spectre, on était assuré, quelque faible que fût l'intensité lumineuse, de pouvoir toujours les observer.

» On connaît maintenant le résultat : les raies ont été en s'affaiblissant, à mesure qu'on s'élevait, et au-dessus de 7000 mètres, au point culminant de l'ascension, M. Crocé-Spinelli les a trouvées absolument disparues du spectre, bien que la lumière fût très-vive, et que les raies voisines, F notamment, fussent très-nettement perceptibles.

» Il y aura lieu, sans doute, de reprendre cette observation avec des instruments plus puissants, en raison de l'importance capitale du point de physique solaire qu'il s'agit d'élucider ; mais, dès aujourd'hui, si je rapproche cette observation d'un ensemble d'observations antérieures de genres variés, je me confirme de plus en plus dans cette opinion, que notre Soleil n'est pas encore parvenu à cette période critique de refroidissement où la vapeur aqueuse commencerait à se former dans ses enveloppes extérieures. »

HYGIÈNE MILITAIRE. — *Note de M. le baron* **Larrey** *relative à un travail inédit de M.* Tollet, ingénieur civil, *sur un système de logements et d'hôpitaux militaires incombustibles, de forme ogivale.*

« Ce système, dit M. Larrey, a été imaginé par M. Tollet, en vue de l'application de la nouvelle loi sur l'armée, qui exigera la construction de nouveaux casernements pour 150,000 à 200,000 hommes. Il y a donc là une question d'importance majeure pour l'hygiène des troupes, dans le but de leur offrir le maximum des conditions de salubrité, avec le minimum des dépenses pour l'État.

» On sait que le séjour des soldats au milieu des grandes villes et l'occupation des casernes du centre entraînent les plus regrettables conséquences. Nous n'avons pas à les signaler ici. Disons seulement que, sous cette influence, la statistique médicale de l'armée démontre, pour les dernières années de paix, une augmentation notoire de la mortalité chez les jeunes soldats, comparativement à celle des jeunes gens du même âge laissés dans la vie civile.

» On peut attribuer, en partie, ces funestes effets à l'agglomération des hommes dans des casernements de haute construction, avec plusieurs étages superposés, dont les murs épais, les charpentes massives et les angles rentrants ou encoignures, forment des amas de matières poreuses, donnant accès à la pénétration de la poussière, au développement des miasmes, au dépôt de la vermine et au refuge des rongeurs.

» Ni les soins de la ventilation la mieux faite, ni les perfectionnements de ses plus ingénieux appareils ne parviennent, dans de telles conditions, à remplacer l'air vicié de l'intérieur par l'air pur du dehors. J'en appelle à l'autorité compétente de M. le général Morin, qui s'est si utilement occupé de cette importante question.

» Ajoutons que les lavages à grande eau, usités trop souvent, sont à la fois nuisibles, dans de telles constructions, à la santé des hommes et à la conservation des bâtiments.

» Il est aisé de comprendre que ces inconvénients s'accroissent à mesure que la superposition des étages se trouve augmentée elle-même. Il avait fallu cependant adopter, autrefois, cette forme élevée des casernes, d'après Vauban, partout où l'enceinte trop étroite des places fortes n'aurait pas permis l'extension des bâtiments militaires sur une large surface.

» Remarquons maintenant que la plupart des conscrits viennent des champs, y ont été élevés dans les maisons basses de leurs villages, à des

rez-de-chaussée, dont l'aération est facile, de même qu'ils seront appelés, en campagne ou dans les camps, à vivre sous la tente ou dans des baraquements, au niveau du sol. Il suit de là que les habitations à simple rez-de-chaussée représentent bien plus la demeure normale du soldat que les bâtiments à étages superposés, où l'air et la lumière pénètrent mal et dont l'encombrement entraîne de funestes conséquences.

» C'est donc à distance des centres de population que devraient être placés les grands logements militaires, sauf, bien entendu, ceux qui sont nécessaires à la sécurité des villes ouvertes. C'est à l'air pur de leur enceinte, et comme à la campagne, qu'il conviendrait d'établir ces habitations.

» Le problème à résoudre étant de construire des édifices plus salubres, plus économiques et plus durables que les casernes ordinaires, M. l'ingénieur Tollet a reconnu que les conditions exigibles à cet effet multiple se montrent réunies dans la forme de la construction et dans le choix des matériaux incombustibles et solides, quoique légers, offrant des surfaces dures et lisses, non susceptibles de se salpêtrer, de se fendre et de pourrir, comme on le voit ailleurs.

» Ce système permet aussi de renouveler ou de déplacer, à peu de frais, le bâtiment composé d'arceaux en fer et assujetti, à l'aide d'un ciment, par un remplissage en briques. Ces matériaux sont peu altérables, en ayant une surface dure et lisse, ou sans aspérités, sans épaisseur de murs, sans massif de maçonnerie et sans agent de destruction. De là des garanties de solidité durable et d'incombustibilité relative, avec des avantages d'économie certaine pour la dépense première et pour les frais d'entretien.

» Les soins de propreté sont très-faciles dans toutes les parties de la construction qui se prête aisément au lavage à grande eau, sans l'inconvénient de l'humidité du sol, comme dans les autres bâtiments militaires.

» La salubrité individuelle est toujours assurée pour chaque homme par un cubage d'air supérieur au minimum fixé par le règlement.

» C'est en comparant les différentes voûtes intérieures que l'inventeur en est venu à adopter la forme en ogive. La construction de ces bâtiments est caractérisée par une ossature de nervures ogivales en fer double T, placées sur des plans verticaux, scellées dans une fondation de béton ou de moellon et reliées entre elles par un faîtage horizontal en fer de même profil. L'espacement et la force des fers sont proportionnés à la portée de la construction. Le remplissage entre les nervures est en briques pleines ou tubulaires, d'une épaisseur variable, suivant le besoin. Il pourra être fait en béton ou en pierre dans certaines localités.

» Le sol, élevé sur un soubassement, est formé d'un dallage ou asphalte sur un massif de béton, posé lui-même sur un remblai en scories de forges ou sur un sable caillouteux.

» Les parois intérieures, tout à fait lisses, ne présentent aucun angle, aucune aspérité, de telle sorte qu'elles peuvent être renouvelées à peu de frais, avec la conservation intacte de l'ossature en fer.

» Ce principe de construction est applicable aux écuries des quartiers de cavalerie, comme à toutes les dépendances des logements militaires.

» C'est surtout aux hôpitaux de l'armée que le système de M. Tollet semble convenir plus spécialement, et je pourrais en exposer les avantages, si j'avais à résumer ici les observations d'une longue expérience sur les inconvénients des hôpitaux à plusieurs étages; mais, craignant de dépasser les limites de cette Communication, je me contenterai de quelques remarques sur le sujet qui nous occupe.

» Disons d'abord que les hôpitaux baraqués, bien construits et bien clos, sans étages supérieurs offrent en général les conditions les meilleures de salubrité, comme l'ont reconnu les médecins militaires qui se sont le plus occupés de l'hygiène des troupes, et, en dernier lieu, M. G. Morache (1). Citons, en France, l'hôpital du camp de Châlons, établi depuis 1857, et, en Algérie, l'hôpital du Dey, à Alger, dont la construction provisoire, en 1830, a duré près de quarante années dans un état de saine conservation. Citons aussi les pavillons séparés les uns des autres, et enfin les ambulances américaines, qui ont rendu tant de services à la guerre de sécession et que nous avons vus fonctionner à Paris pendant le siége des Prussiens.

» Mais ces hôpitaux mêmes, si avantageux qu'ils puissent être, sont encore exposés au plus redoutable des dangers, l'incendie. Or, le système de M. Tollet tend à le prévenir, par le mode de construction des bâtiments, préservés du feu, ainsi que de l'infection et de la destructibilité, inévitables dans les autres établissements hospitaliers.

» Quant à la température, elle y est maintenue régulièrement par un double coffrage ou cloisonnement qui comporte un épais matelas d'air, sans cesse renouvelé, dont le degré est variable, suivant le besoin. Les observations thermométriques ont démontré que, même avec une moindre épaisseur de parois, le calorique se conserve dans les salles, sans mélange d'air confiné ou d'odeurs méphitiques.

(1) *Traité d'Hygiène militaire*. Paris; 1874.

» La ventilation se trouve largement facilitée par la forme ogivale des bâtiments, substituée à la forme carrée ou angulaire, et par la diffusion de l'air renouvelable, soit comme ventilation régulière ou ascendante, soit comme ventilation de retour ou renversée. Chaque lit d'hôpital est pourvu d'un cube d'air de 60 à 62 mètres, bien supérieur à celui qui est accordé ailleurs et que l'habitude administrative a toujours plus de tendance à diminuer qu'à augmenter.

» Disons enfin qu'un chalet d'hôpital, d'après le système Tollet, se compose, pour 30 lits, d'une grande salle de 26 lits et de deux chambres de 2 lits chacune, l'une pour les grands malades ou blessés, l'autre pour les sous-officiers, avec les locaux annexés au service.

» Ces indications me paraissent suffisantes pour faire reconnaître que l'auteur de ce type de logements et d'hôpitaux militaires semble avoir résolu le problème multiple déjà posé, savoir : l'incombustibilité, la solidité, l'économie et surtout la salubrité.

» L'expérimentation du système de M. Tollet a été faite d'abord par lui, dans des proportions restreintes, à Paris ou aux environs.

» Il a obtenu ensuite du Ministre de la Guerre l'autorisation d'en démontrer une large application à Bourges, sous les yeux de M. le général Ducrot, commandant en chef du 8e corps d'armée. Les résultats ont confirmé, de tous points, les expériences de l'inventeur, car les hommes logés dans un bâtiment construit d'après ces principes ont déclaré s'y être trouvés fort bien.

» Plusieurs médecins militaires, et notamment M. Charles Sarazin, médecin en chef de l'état-major, ont constaté ces résultats satisfaisants, comme a pu les reconnaître depuis un médecin distingué des hôpitaux civils de Paris, M. Hillairet, qui se propose d'en faire l'objet d'une Communication à l'Académie de Médecine.

» Le général commandant le 8e corps a paru enfin si satisfait de l'expérimentation faite à Bourges, qu'il a demandé à M. le Ministre de la Guerre une application plus étendue de ce mode de construction.

» M. Tollet a donc été autorisé à soumettre son système au Comité du Génie et des fortifications, qui, après un examen attentif de tous les détails, après quelques objections susceptibles de se reproduire, a reconnu, en définitive, avec sa haute autorité, les avantages de ce système dans son ensemble. C'est l'honorable président du Comité lui-même, M. le général Frossard, qui a bien voulu me dire le résultat de cette appréciation, en me permettant de l'indiquer à l'Académie des Sciences.

» C'est pourquoi j'ai l'honneur de placer maintenant sous ses yeux les

divers plans proposés par M. Tollet, pour les pavillons de troupes avec leurs annexes et pour les hôpitaux militaires.

» L'objection la plus sérieuse que soulève ce type de construction en rez-de-chaussée ou même à un seul étage, c'est d'occuper une surface bien plus étendue que les bâtiments en hauteur ou à plusieurs étages superposés. Mais cette objection ne saurait subsister, puisque ces logements militaires sont surtout destinés à l'extérieur des villes, là, par conséquent, où l'espace libre ne manque pas, puisqu'ils offrent des garanties plus grandes de salubrité, par une aération large, facile, sans déperdition de chaleur et par l'éloignement des conditions d'encombrement, puisqu'ils préservent les soldats des fatigues inutiles occasionnées par la descente ou la montée continuelle des escaliers, puisqu'ils doivent contribuer, en définitive, à ménager davantage les forces de l'armée, en diminuant les proportions de sa mortalité. »

BALISTIQUE. — *Note accompagnant la présentation de la quatrième livraison du* Mémorial de l'Artillerie de la Marine; par M. **Dupuy de Lôme.**

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, de la part du Ministre de la Marine, la quatrième livraison du *Mémorial de l'Artillerie de la Marine*.

» Cette quatrième livraison contient le compte rendu des expériences exécutées à Gâvre sur un canon de 24 centimètres en fonte, fretté et tubé, et sur deux canons de 24 centimètres en acier. Ces expériences ont permis d'étudier à nouveau les lois de la résistance de l'air sur les projectiles cylindriques et ogivo-cylindriques, en faisant varier les vitesses depuis 210 mètres jusqu'à 474 mètres par seconde. Les résultats ont été d'accord avec ceux trouvés en Angleterre par le professeur Bashforth; ils s'écartent très-notablement de la loi généralement admise depuis quelques années, et d'après laquelle la résistance que les projectiles d'artillerie éprouvent dans l'air serait proportionnelle au cube de la vitesse du mobile.

» Cette proportionnalité de la résistance de l'air aux cubes des vitesses ne se vérifie approximativement que pour des vitesses moyennes.

» Pour celles relativement modérées, la résistance des projectiles croît moins vite que les cubes des vitesses, et pour les très-grandes vitesses elle croît, au contraire, plus vite que les cubes.

» L'étude de la loi de la résistance des projectiles dans l'air en fonction des vitesses doit d'ailleurs être l'objet d'une Note développée dans une des prochaines livraisons du *Mémorial d'Artillerie de la Marine*.

» Le tir des deux canons en acier est très-intéressant en ce sens qu'il démontre que l'on peut fabriquer, en France, de gros canons de ce métal, qui ne le cèdent en rien à ceux que l'on construit à l'étranger.

» On trouve dans le même numéro le compte rendu des expériences exécutées à Vincennes, en 1870, et à Cherbourg, en 1872, avec l'affût à éclipse de feu le vice-amiral Labrousse.

» Enfin on remarque aussi une Note de M. Sarrau, ingénieur des poudres et salpêtres, sur les effets de la poudre et des substances explosives.

» Ce travail constitue une application intéressante de la théorie mécanique de la chaleur, qui se recommande à l'attention des hommes spéciaux. En s'appuyant sur cette théorie et sur des expériences faites récemment au dépôt central des manufactures de l'État, l'auteur a calculé, pour les principales matières explosives, en suivant les méthodes établies par les belles recherches de notre confrère, M. Berthelot, la température et la force d'explosion, ainsi que le travail total que chacune de ces matières paraît théoriquement susceptible de fournir.

» Dans la Communication qu'il a faite à l'Académie dans la séance du 9 février dernier, notre confrère, M. le général Morin, a fait remarquer quel rôle important jouent, dans la loi du développement des efforts exercés par la poudre, les conditions matérielles de la fabrication et à quelles erreurs graves on peut être conduit, en ne tenant compte que des réactions chimiques.

» M. Sarrau ne commet pas l'erreur qu'a signalée notre savant confrère, et il a su tenir compte de tous les éléments qui peuvent influer sur les effets produits. Il a même réussi à soumettre au calcul ceux qui dépendent de l'*état variable* du phénomène de la déflagration, et à écarter ainsi les obstacles qui paraissaient s'opposer à l'application de la théorie mécanique de la chaleur à l'étude des effets produits par les substances explosives.

» Je profite de cette occasion pour signaler que le service d'artillerie de la Marine s'occupe en France depuis longtemps déjà de l'amélioration des poudres de guerre.

» La Marine, qui emploie de grosses bouches à feu et qui, pour cette raison, est la principale intéressée dans la question, s'était émue depuis longtemps de l'état d'infériorité qui résultait pour elle de l'emploi de notre ancienne poudre à canon; elle entreprit, en conséquence, dès le mois d'août 1865, la comparaison de la poudre à canon française avec les diverses poudres étrangères, savoir : la poudre espagnole, les poudres anglaises, dites *L. G.* et *R. L. G.* et *Pellet*, les poudres prismatiques hollandaise et russe, la

poudre américaine, la poudre belge, la poudre Melsens, enfin la poudre anglaise Pebble.

» En 1867, les officiers d'artillerie de terre de la poudrerie du Bouchet ont commencé une série de recherches en vue de doter la Marine de nouvelles poudres d'origine française appropriées aux canons de gros calibres; ces recherches durent encore; mais l'Académie peut juger, par le nombre et la variété des échantillons qui sont mis sous ses yeux, des efforts qui ont été faits pour atteindre ce but important.

» Les expériences sont faites généralement par la Commission de Gâvre, qui mesure les vitesses initiales et les pressions développées par les gaz dans l'âme du canon.

» On s'est servi, pour la mesure des vitesses, successivement des chronoscopes électriques Navez et Navez-Leurs; aujourd'hui on emploie à peu près exclusivement l'appareil Le Boulengé. On compte faire usage aussi de l'appareil Schultz, modifié par M. Marcel Deprez; les pressions intérieures ont été mesurées pendant longtemps à l'aide du poinçon Rodmann; on préfère aujourd'hui l'appareil anglais dit *Crusher*, principalement à cause de la facilité qu'il fournit de comparer les expériences faites en France et en Angleterre.

» Enfin des études, qui se poursuivent à Paris depuis près de deux ans, permettent d'espérer que l'on pourra prochainement enregistrer les pressions successivement développées en un même point de la bouche à feu pendant le trajet du projectile dans l'âme, en se servant des appareils manométriques de M. Marcel Deprez, dont l'un des types a fait l'objet d'une Communication à l'Académie dans la séance du 11 septembre 1871, et des chronographes spéciaux établis pour cet usage par ce même savant.

» Outre les expériences de tir exécutées à Gâvre, principalement au point de vue des effets balistiques, il en est fait d'autres à la fonderie de Ruelle. Celles-ci ont pour but de mettre en évidence les qualités conservatrices ou brisantes d'une poudre ou d'un mode de chargement déterminé.

» Les études faites jusqu'ici ont conduit la Marine à adopter, pour le service de ses canons de 14, 16, 19 et 24 centimètres, la poudre du type belge de Wetteren, qui a la même composition que notre ancienne poudre de guerre, mais dont la densité absolue est très-peu inférieure à 1,8, et dont les grains taillés dans des galettes d'environ 15 millimètres d'épaisseur ont un volume variant de $2\frac{1}{2}$ à 4 centimètres cubes. Depuis quatre ans cette poudre est en service à titre provisoire.

» En ce moment, on étudie les types de poudre qui pourraient le mieux

convenir aux énormes charges des canons de 32 et de 27 centimètres, et l'attention se porte de nouveau sur les avantages que peuvent présenter, au point de vue de la quantité de gaz produits aux divers moments de la durée de la déflagration, les gros grains prismatiques ou cylindriques de 20 à 25 centimètres cubes, percés de part en part de sept petits trous cylindriques, conformément à un des échantillons mis sous les yeux de l'Académie.

» Cette disposition géométrique des grains est telle, qu'à mesure qu'ils se consument le diamètre des trous cylindriques va nécessairement en grandissant, de sorte que la surface productive des gaz s'augmente ou reste au moins constante, tandis que, pour les grains massifs ordinaires, cette surface est à son maximum au début de la déflagration et va rapidement en diminuant. »

M. le général **Morin**, après avoir entendu la lecture de la Note de M. Dupuy de Lôme, s'exprime comme il suit :

« A l'occasion de la Communication de M. Dupuy de Lôme au sujet des études et des expériences faites par l'artillerie de la Marine sur les poudres françaises et étrangères de divers procédés de fabrication, je crois devoir faire remarquer qu'il ne faudrait pas regarder comme une critique fondée l'assertion énoncée dans la Note présentée : que les poudres ordinaires fabriquées par l'artillerie de terre sont aujourd'hui de qualité insuffisante par rapport aux effets à obtenir.

» Ces poudres anciennes, dont la composition est restée la même depuis deux siècles au moins et est encore aujourd'hui regardée comme le type normal et invariable des essais que l'on tente, satisfaisaient à toutes les conditions du service qu'on devait en attendre.

» Destinées à être employées dans des canons en bronze ou en fonte, dans des bouches à feu longues ou courtes, tirant des projectiles sphériques roulants, d'un poids modéré, elles fournissaient des vitesses initiales et des portées suffisantes alors pour les besoins de la guerre. Elles avaient la propriété précieuse de se conserver à peu près indéfiniment, puisque des poudres du temps de Louis XIV ont été, il y a quelques années, trouvées d'aussi bonne qualité que des poudres neuves. Il n'en existait que deux types, l'un pour la mousqueterie, l'autre pour le canon, assez peu différents entre eux pour qu'on pût au besoin substituer l'un à l'autre, et l'uniformité des approvisionnements, ainsi que celle des effets, était assurée dans toute l'étendue du pays et de ses colonies.

» On perd trop aujourd'hui de vue ces deux conditions fondamentales de la conservation et de l'uniformité des poudres.

» Aux anciennes bouches à feu lisses, tirant à boulets roulants des projectiles sphériques d'un poids modéré, on a substitué des canons rayés, se chargeant, les uns librement par la volée, les autres par la culasse avec forcement. Le poids des projectiles de même calibre nominal a été plus que doublé; on veut obtenir des vitesses initiales et des portées qui dépassent de beaucoup celles dont on se contentait autrefois. Toutes les conditions balistiques sont donc changées, et il est tout naturel que les anciennes poudres n'y satisfassent pas et même que le métal employé doive être modifié.

» Mais depuis longues années déjà toutes les poudreries ont été pourvues par l'artillerie d'usines à meules à l'aide desquelles on y fabriquait des poudres de chasse de grande densité, égales ou même supérieures, quant aux effets balistiques, aux meilleures poudres anglaises.

» C'est le même outillage que l'on emploie pour la fabrication des poudres nouvelles que l'on étudie.

» Dans ces essais on a toujours satisfait, sous le rapport des densités et des vitesses, aux demandes variées que l'artillerie de terre et l'artillerie de marine ont formulées pour la suite des essais qu'elles poursuivent. J'en fournirai la preuve par la Communication prochaine de documents authentiques.

» En ce moment même, on fabrique au Bouchet un type de poudre qui paraît définitivement satisfaire aux conditions exposées pour le tir des bouches à feu de la Marine, et l'on peut être assuré que ces produits ne seront inférieurs à aucun de ceux des pays étrangers.

» Je ne parlerai pas des moyens d'expérimentation à employer, et je me bornerai à dire que sous ce rapport comme sous les autres des progrès importants sont en voie de réalisation, et qu'il est à désirer qu'on dote nos poudreries de ces moyens.

» Il ne convient pas d'ailleurs de s'étendre davantage sur ces questions dans lesquelles les sciences chimique et mécanique peuvent certainement intervenir utilement, mais dont la solution définitive appartient évidemment aux services publics intéressés, qui seuls peuvent tenir compte, dans la mesure convenable et possible, de toutes les conditions si variées et d'ordres si divers auxquelles les poudres doivent satisfaire. »

M. Mulsant, Correspondant pour la Section d'Anatomie et de Zoologie, fait hommage à l'Académie de plusieurs ouvrages publiés récemment par lui (voir au *Bulletin bibliographique*, p. 1071).

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'extrême petitesse du diamètre apparent des étoiles fixes.* Note de M. **Stéphan.**

(Commissaires : MM. Le Verrier, Fizeau, Janssen.)

« Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1008), j'ai eu l'honneur de rappeler à l'Académie une idée anciennement émise par M. Fizeau sous forme de simple aperçu et qui, jusque-là, semblait être restée dans l'oubli, bien que renfermant le germe de conséquences fort importantes. Cette idée peut se formuler comme il suit : Dans plusieurs cas, en donnant naissance à certains phénomènes d'interférence, on peut augmenter la sensibilité des instruments d'optique ordinaires.

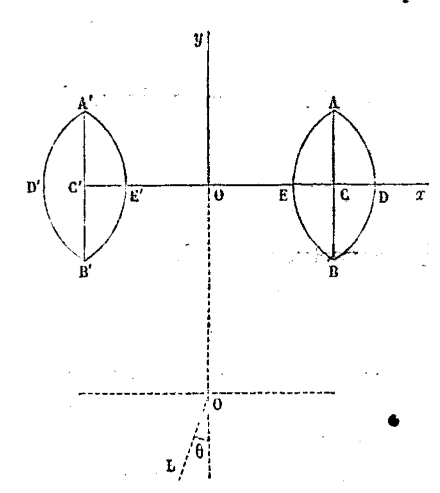
» Guidé par l'illustre physicien, j'ai cherché à déduire de cette conception originale quelques notions précises sur le diamètre apparent des étoiles fixes, et, dans la Note citée plus haut, j'ai fait connaître à l'Académie le résultat de quelques expériences préliminaires dont il convient de rappeler le principe général.

» On sait que si un appareil télescopique est dirigé vers un point lumineux et diaphragmé par un écran percé de deux ouvertures très-petites, il se forme dans le plan focal un système de franges alternativement noires et brillantes, et une théorie très-élémentaire fait connaître l'angle sous lequel la distance l des deux premières franges noires serait vue du centre optique de l'objectif. Cet angle, évalué en secondes d'arc, est représenté par le rapport $\frac{103,1}{l}$ (la longueur d'ondulation étant supposée égale à $0^{mm},0005$, et l exprimée en millimètres).

» Si la source lumineuse possède des dimensions sensibles, ses divers points donnent lieu à des systèmes de franges qui empiètent les uns sur les autres. Si donc ce diamètre est égal ou supérieur à $\frac{103,1}{l}$, le recouvrement est complet, et les franges disparaissent. Si, au contraire, les franges persistent, on doit en conclure que le diamètre de la source est inférieur au rapport précédent.

» Dans la pratique, lorsque l'on opère avec une source lumineuse de faible intensité, par exemple quand on vise une étoile, on est forcé de donner aux ouvertures d'assez grandes dimensions ; mais on peut démon-

trer que, dans ce cas encore, pourvu que les ouvertures soient égales entre elles et composées chacune de deux moitiés symétriques par rapport à un axe, les deux axes étant perpendiculaires à la droite qui joint leurs milieux C, C', il se forme des franges dont l'espacement est le même que si les ouvertures se réduisaient aux points C et C'.



» Le problème peut être posé dans les termes suivants :

» Étant données deux portions égales ADBE, A'D'B'E' d'une même onde plane, dont les contours se composent chacun de moitiés symétriques, par rapport à deux axes AB, A'B', parallèles entre eux, et perpendiculaires à la droite CC', qui joint leurs milieux, déterminer l'intensité de la lumière reçue à l'infini, suivant une droite OL, située dans un plan perpendiculaire à celui de l'onde et passant par CC'.

» Prenons pour axes des abscisses (x) la droite (C'C) et pour axe des ordonnées (y) la perpendiculaire à la précédente, menée par le milieu O de CC'.

» Soient

θ l'angle de OL avec la normale au plan de l'onde;

l = CC' la distance des portions moyennes des ouvertures;

a = ED la plus grande dimension des ouvertures dans le sens de l'axe des x;

h = AB la plus grande dimension des ouvertures dans le sens de l'axe des y.

» Désignons par $\sin 2\pi \frac{t}{T}$ (T étant la durée de la vibration) la vitesse de la vibration qui, ayant été émise par l'élément O de l'onde plane, parviendrait à l'instant t à un plan très-éloigné de cette origine, et perpendiculaire à la direction OL. Les vitesses envoyées simultanément au même plan par deux éléments des ouvertures pris symétriquement par rapport à Oy sont respectivement

$$\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x\sin\theta}{\lambda}\right)$$

(λ étant la longueur d'onde) ;

$$\sin 2\pi\left(\frac{t}{T}+\frac{x\sin\theta}{\lambda}\right).$$

La vitesse résultante a pour expression

$$2\sin 2\pi\frac{t}{T}\cos 2\pi\frac{x\sin\theta}{\lambda};$$

donc l'intensité lumineuse, suivant la direction OL, est proportionnelle à la quantité

$$I^2=\left(\int\int\cos 2\pi\frac{x\sin\theta}{\lambda}\,dx\,dy\right)^2,$$

l'intégrale s'étendant à tous les éléments de l'ouverture ADBE.

» Soit

$$x=f(y)$$

l'équation de la ligne ADB; on a, par une première intégration relative à x,

$$\frac{\lambda}{2\pi\sin\theta}\int_{y_2}^{y_1}dy\left\{\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}f(y)-\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}[l-f(y)]\right\}dy$$
$$=\frac{\lambda}{\pi\sin\theta}\cos\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}l\int_{y_2}^{y_1}\sin 2\pi\frac{\sin\theta}{\lambda}\left[f(y)-\frac{l}{2}\right]dy,$$

y_1 et y_2 étant les ordonnées des points A et B.

» L'intégration qui figure au dernier membre de l'expression précédente ne peut être effectuée dans tous les cas; mais la valeur de cette intégrale peut être mise sous la forme

$$I^2=\frac{\lambda^2h^2}{\pi^2\sin^2\theta}\cos^2\frac{\pi\sin\theta}{\lambda}l\sin^2\frac{\pi\sin\theta}{\lambda}\mu a,$$

μ étant une fraction proprement dite.

» Cette expression de I^2 nous apprend que l'éclairement maximum absolu a lieu suivant la normale à l'onde. A partir de cette direction, de part et d'autre de OL, se succèdent des maxima relatifs séparés par des minima complétement privés de clarté. Ces minima sont répartis en deux séries définies par les formules suivantes :

Série A. . . . . $\sin\theta=\frac{2k+1}{2}\frac{\lambda}{l}$,

Série B. . . . . $\sin\theta=k\frac{\lambda}{\mu a}$,

k étant un nombre entier quelconque.

» Si l'on considère les premiers arcs de ces deux suites, on voit que

Pour la série A, l'écartement de deux franges noires consécutives est $\frac{\lambda}{l}$,

» B » » $\frac{\lambda}{\mu a}$.

» Si donc a, c'est-à-dire la largeur des fentes, est une petite quantité par rapport à la distance l de leurs parties moyennes, l'écartement $\frac{\lambda}{\mu a}$ est très-grand par rapport à $\frac{\lambda}{l}$, même en supposant μ voisin de l'unité. Il en résulte que toutes les franges centrales visibles appartiennent au premier groupe.

» Or la quantité $\frac{\lambda}{l}$ exprimée en secondes d'arc donne $\frac{103,1}{l}$; nous retombons donc sur le résultat qui nous avait été fourni par la théorie élémentaire avec l'hypothèse de deux ouvertures excessivement petites.

» L'instrument dont j'ai fait usage à Marseille est le grand télescope Foucault, de 80 centimètres de diamètre, muni d'un écran lunulaire; les lunules sont limitées par des cercles égaux de 80 centimètres; leurs grands axes sont parallèles et distants de 65 centimètres.

» Si l'on dépassait cet écartement, pour lequel le rapport $\frac{\lambda}{l}$ prend la valeur 0″,158, les images s'affaibliraient outre mesure.

» Avec cette disposition expérimentale, j'ai continué depuis près d'une année l'examen de la plupart des belles étoiles, y compris un grand nombre de la 3e grandeur et quelques-unes de la 4e.

» Toutes ont présenté des franges, sans excepter Sirius qui, dans une première expérience où cette étoile n'était que fort peu élevée au-dessus de l'horizon, semblait se soustraire à la loi commune, mais où, en réalité, tout était brouillé par des ondulations atmosphériques excessives.

» Il résulte de là qu'aucune des étoiles examinées ne possède un diamètre apparent atteignant 0″,158; mais il y a plus : il est fort remarquable que, pour toutes les étoiles et pour un même observateur, l'apparition des franges commence à se manifester avec le même grossissement et en conservant le même aspect. J'ai toujours commencé à les discerner à partir du grossissement de 600 fois, jamais au-dessous. Il faut en conclure que l'empiétement mutuel des systèmes de franges produits par les ondes extrêmes est sensiblement négligeable par rapport à l'écart des bandes de chaque

système. En d'autres termes, les expériences citées ne prouvent pas seulement que le diamètre apparent des étoiles examinées est inférieur à 0″,158, elles montrent encore que ce diamètre est une très-faible fraction du nombre précédent. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la température de la surface solaire;* par M. E. Vicaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la séance du 12 février 1872, je faisais remarquer que, en admettant la relation de proportionnalité entre le rayonnement des corps et leur température, on devait arriver à des résultats d'autant moins erronés dans la comparaison des températures que celles-ci seraient moins éloignées les unes des autres. Je ne puis donc manquer de reconnaître que les nouvelles expériences du P. Secchi réalisent un progrès par rapport à ses précédentes évaluations de la température solaire, et je suis heureux de constater que ce premier progrès a conduit l'éminent Correspondant de l'Académie à raccourcir de deux zéros le nombre qu'il avait d'abord admis. Malgré cela, je pense qu'il reste encore bien loin de la réalité.

» J'avais déjà montré, dans la Note précitée, que la proportionnalité ne conduit à aucune approximation, même dans des limites de température aussi peu étendues que celles, par exemple, entre lesquelles oscille la chaux drummondienne, suivant que le jet de gaz est plus ou moins actif. Les nouvelles expériences du P. Secchi nous fourniraient au besoin une indication dans le même sens. Nous y voyons que la lumière électrique employée valait 1450 bougies du commerce; or je trouve que la projection verticale d'une de ces flammes a une étendue d'environ 250 millimètres carrés, soit à peu près 3,2 fois celle des charbons voltaïques; les rayonnements des deux corps à surface égale sont donc dans le rapport de 1 à $\frac{1450}{3,2} = 450$. Personne n'admettra que ce soit là le rapport des températures.

» On se rappelle aussi que, dans les expériences de MM. Fizeau et Foucault, le rapport de l'intensité de la radiation solaire à celle des charbons voltaïques a été trouvé égal à 2,5 seulement, tandis que le P. Secchi trouve environ 40. Il est vrai que, dans le premier cas, ce rapport a été mesuré par une action chimique, et, dans le second, par un effet thermique.

Si l'on fait abstraction de cette différence, par laquelle il semble difficile d'expliquer une divergence aussi considérable, celle-ci n'a néanmoins rien de surprenant, si l'on admet qu'elle puisse résulter d'une petite différence dans la température des deux foyers électriques.

» Si donc il est clairement démontré, par ces expériences, que la température solaire ne se chiffre pas par millions, il n'en résulte aucunement qu'elle approche de 150000 ou même de 100000 degrés, et je me crois autorisé plus que jamais à persévérer dans l'opinion précédemment admise par moi, qu'elle ne dépasse pas quelques milliers de degrés.

» Incidemment je ferai remarquer que la température de 3000 degrés, qu'on attribue volontiers aux charbons voltaïques, est sujette à contestation. La chaux drummondienne, à laquelle MM. Fizeau et Foucault ont comparé ces charbons, est à une température bien inférieure à celle de la flamme qui la chauffe, et cette flamme, forcément mélangée d'air, est très-loin d'avoir la température de 2500 degrés que donnerait un mélange à équivalents égaux d'oxygène et d'hydrogène purs. On n'a jamais, que je sache, mesuré le rayonnement d'un corps solide porté effectivement à 2500 degrés, et il n'est pas démontré qu'il fût inférieur à celui des charbons voltaïques.

» Dans cette même Note, j'expliquais la loi de Dulong et Petit, par l'accroissement qu'éprouve, avec la température, l'épaisseur de la couche dont les rayons parviennent au dehors. M. Hirn a développé récemment une idée analogue, et il conclut ainsi relativement au Soleil :

« Si les parties solides ou liquides incandescentes, desquelles relève l'éclat de la photosphère, sont opaques comme elles le seraient à une basse température..., les physiciens et les astronomes qui, avec le P. Secchi, attribuent au Soleil une température de quelques millions de degrés, ont alors pleinement raison. Si, au contraire, par suite de la température élevée du gaz au sein duquel elles se précipitent continuellement, ces parties solides deviennent non-seulement incandescentes, mais plus ou moins diaphanes et diathermanes, la vérité est du côté des physiciens et des astronomes, qui attribuent au Soleil une température bien inférieure, une température qui peut fort bien ne pas dépasser quelques milliers de degrés. »

» Je me félicite vivement de voir ce savant et ingénieux physicien appuyer de ses expériences et presque de son adhésion explicite cette dernière opinion que, le premier, je crois, j'ai osé formuler; mais son énoncé des conditions nécessaires pour que le rayonnement croisse beaucoup plus vite que la température ne me semble pas suffisamment précis. Il n'est pas besoin d'une opposition aussi tranchée entre les propriétés des corps froids et celles des corps chauds. Les premiers ne sont jamais entiè-

rement opaques : le rayonnement émane toujours d'une certaine profondeur. Les corps chauds n'ont pas besoin d'être parfaitement diathermanes, comme M. Hirn semble le demander en divers passages de son Mémoire, et ce qui le prouve, c'est que la loi de Dulong et Petit a été établie précisément dans les limites de température où l'opacité apparente est encore complète. La condition nécessaire et suffisante, c'est que l'épaisseur de ce que j'ai appelé la *couche efficace* croisse à peu près proportionnellement à la température, ce qui n'empêche pas qu'elle puisse rester toujours fort petite en grandeur absolue, et nullement comparable à l'épaisseur de la photosphère, non plus qu'à celle des protubérances, ou même des courants des pénombres.

» L'observation du P. Secchi sur la superposition de ces derniers objets n'est donc pas concluante. C'est d'ailleurs avec une grande raison que l'éminent astronome fait remarquer lui-même que l'intensité de la lumière peut empêcher de distinguer les couches inférieures. C'est ainsi que l'œil nu ne distingue pas ou distingue avec peine une flamme de bougie à travers une autre, tandis que la transparence devient très-évidente si l'on interpose un verre absorbant.

» De tout ce qui précède je crois pouvoir conclure, avec plus de confiance que jamais, non-seulement que la température de la surface solaire ne dépasse pas quelques milliers de degrés, mais encore que cette température n'éprouve depuis bien longtemps aucune variation. En effet, une variation même très-petite aurait produit un changement considérable dans le rayonnement, tandis qu'il est certain que celui-ci est resté absolument invariable et surtout n'a pas diminué depuis plusieurs milliers d'années, et n'a même pas changé considérablement dans toute la durée des âges géologiques pendant lesquels la Terre a porté des végétaux à feuilles vertes (1). Que dire d'un refroidissement qui aurait atteint 5000 et plus vraisemblablement 20 000 degrés dans l'espace de quatre mille ans seulement (2). Le rayonnement fût-il même simplement proportionnel à la température, et celle-ci fût-elle de 200 000 degrés, qu'un pareil changement se serait fait sentir sur la Terre ; tel est cependant l'abaissement de température qui aurait dû se produire si le Soleil, avec sa masse admise, n'était autre chose qu'un corps en voie de refroidissement ; donc cette hypothèse est fausse, donc il existe dans le Soleil une cause actuelle de production de chaleur.

(1) Je dois cette dernière remarque à la bienveillance de M. Élie de Beaumont.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 790.

» Cette cause ne réside pas dans une transformation de travail ou de force réelle en chaleur, transformation qui aurait lieu par le fait de la contraction de l'astre. En effet, cette transformation suppose une contraction, laquelle suppose un refroidissement, et son importance est essentiellement liée à celle du refroidissement : une cause de ce genre ne peut donc que compenser *partiellement* les pertes de chaleur. C'est le raisonnement par lequel j'ai déjà montré qu'on ne peut pas expliquer l'énorme température attribuée au Soleil par la contraction de la nébuleuse primitive.

» Enfin le P. Secchi n'est-il pas en contradiction avec lui-même lorsqu'il veut, d'une part, que le refroidissement soit tellement faible par rapport à la chaleur totale de l'astre qu'il n'exerce pas la plus minime influence sur le rayonnement et, d'autre part, qu'il produise une contraction suffisante pour expliquer, en vertu de la loi des aires, le mouvement relatif si considérable de la zone équatoriale? Il faut se rappeler que l'avance de cette zone ne s'élève pas à moins de 60 ou 65 minutes par rapport au parallèle de 36 degrés, pour ne prendre que des régions dont les vitesses soient bien déterminées, et cela sur un mouvement diurne total de 800 minutes à cette dernière latitude. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Détermination de l'intensité calorifique du flux solaire.* Mémoire de M. **Duponchel.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« Les observations pyrhéliométriques, telles qu'elles ont été faites jusqu'ici, sont entachées d'une très-grande cause d'erreurs provenant de l'impossibilité de tenir compte avec l'instrument de Pouillet de la masse principale de déperdition calorifique due à l'absorption de l'atmosphère.

» L'interprétation mathématique des observations thermométriques faites comparativement par M. Martins à Bagnères-de-Bigorre et sur le pic du Midi, pendant le mois de septembre 1864, permet d'établir que la quantité de radiation calorifique émise par mètre carré de la surface solaire ne saurait être inférieure à 9 356 000 calories par minute, nombre 11 fois plus fort que celui qui a été trouvé par Pouillet.

» Le Mémoire de Pouillet (*Comptes rendus*, t. VII) contient une erreur d'appréciation bien plus considérable encore, lorsque, cherchant à se rendre compte du refroidissement moyen du Soleil, ce savant croit pouvoir admettre arbitrairement que sa chaleur spécifique moyenne est égale à 133 *fois* celle de l'eau. Les dernières observations spectroscopiques ayant

démontré l'analogie de composition chimique de tous les astres, non-seulement de notre système solaire, mais de la création, un tel chiffre ne saurait être accepté à aucun point de vue, et l'on restera dans l'ordre des faits probables, sinon complétement positifs, en admettant que cette chaleur spécifique est égale à celle des matériaux de notre globe terrestre, qui, terres et métaux, ne dépasse pas en moyenne 0,12.

» L'application de ces chiffres au problème que s'était posé Pouillet dans le Mémoire précité conduit à cette conséquence, que le refroidissement graduel du Soleil, tel qu'il résulterait d'un rayonnement égal et continu dans l'espace, correspondrait à un abaissement annuel non pas de $\frac{1}{100}$ de degré, mais bien *de* 140 *degrés au moins* dans la température moyenne de sa masse totale, supposée douée d'une conductibilité parfaite.

» Un tel résultat suffit pour prouver l'impossibilité absolue d'attribuer les effets calorifiques du Soleil à un simple rayonnement d'une masse incandescente et pour démontrer la nécessité d'expliquer le phénomène par une cause incessante du renouvellement de la chaleur solaire autre que toutes celles qui ont été proposées jusqu'ici. »

M. **Duponchel**, en adressant ce nouveau Mémoire, demande l'ouverture d'un pli cacheté, dont le dépôt a été accepté par l'Académie dans sa séance du 8 décembre 1873.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel; il contient la Lettre et la Note suivantes :

« Montpellier, le 5 décembre 1873.

» Monsieur le Secrétaire perpétuel, depuis plusieurs années je m'efforce de réunir en une même synthèse philosophique les divers principes des sciences physiques. J'ai trop souvent été obligé de modifier mes opinions et de rectifier mes propres erreurs pour me dissimuler mon insuffisance à accomplir une œuvre pareille.

» Cependant, après bien des tâtonnements, je suis arrivé à un ensemble de déductions théoriques qui me paraissent plausibles et susceptibles de démonstration. J'espère être prochainement en mesure de publier un travail assez étendu sur ce sujet; mais je ne voudrais pas qu'on pût m'accuser de plagiat si d'autres venaient dans l'intervalle à émettre quelques-unes de mes idées nouvelles auxquelles je suis parvenu. Je vous serais, en conséquence, fort reconnaissant, Monsieur le Secrétaire perpétuel, si vous voulez bien m'accorder l'insertion dans les *Comptes rendus* de la Note ci-jointe, dans laquelle j'ai résumé aussi succinctement que possible mes conclusions sur une théorie de la chaleur solaire, dont précisément le monde savant s'occupe beaucoup aujourd'hui.

Circulation du mouvement calorifique dans les systèmes planétaires.

» I. Les atmosphères gazeuses enveloppant les grands corps célestes sont de véritables ressorts plus ou moins tendus, qui, par leur masse et leur degré de tension déterminent

l'écart de température existant entre leur couche supérieure liquéfiée, dont la température est voisine du zéro absolu, et leur couche inférieure qui règle la température de la zone habitable, à la surface du noyau solide.

» II. Les couches atmosphériques sont maintenues en suspension par l'action combinée de la pesanteur qui tend à les faire descendre, et de l'excès de température des couches contiguës qui tend à les faire monter.

» La pesanteur agit toujours de la même manière sur les molécules gazeuses; mais l'excès de température opère avec deux modes différents, soit par une poussée des couches inférieures, soit par une aspiration des couches supérieures; d'où résultent deux états d'équilibre distincts. Dans le premier cas, les températures sont uniformément décroissantes, l'équilibre est indifférent et les couches non homogènes se superposent dans l'ordre ascendant de leurs chaleurs spécifiques. Dans le second cas, les températures sont uniformément croissantes; l'équilibre est stable et les couches non homogènes se superposent dans l'ordre descendant de leurs chaleurs spécifiques.

» III. Deux cas sont à distinguer dans l'équilibre d'une atmosphère, suivant que le corps céleste auquel elle appartient est ou n'est pas baigné par un flux calorifique en excès venant du dehors.

» Dans le premier cas, qui est celui des corps planétaires incessamment réchauffés par le flux calorifique émis par l'astre stellaire de leur système, le ressort atmosphérique est tendu à son maximum. L'état d'équilibre est celui des températures décroissantes; le maximum est à la base et l'épaisseur relativement peu considérable de l'atmosphère planétaire détermine la température propre de la zone habitable, plus ou moins modifiée par l'action directe du flux calorifique extérieur, suivant la latitude du lieu, l'heure et la saison.

» Dans le second cas, qui est celui des astres stellaires parvenus à un certain état de refroidissement, ne pouvant percevoir d'autre chaleur que celle qu'ils émettent par eux-mêmes, l'atmosphère relativement beaucoup plus épaisse que celle des planètes est incomplétement tendue et se divise en deux parties séparées par une zone intermédiaire qui est la photosphère. L'atmosphère supérieure obéit comme celle des planètes à la loi des températures décroissantes, l'atmosphère inférieure à celle des températures croissantes.

» IV. La zone intermédiaire des atmosphères stellaires ou photosphère a un maximum de température; elle est composée des substances volatiles, ayant la moindre chaleur spécifique, qui sont surtout les composés métallifères plus particulièrement aptes à déterminer les vibrations lumineuses de l'éther.

» Les couches de la photosphère sont dans un grand état de stabilité ne pouvant que difficilement se soulever dans l'atmosphère supérieure et plus difficilement encore pénétrer dans l'atmosphère inférieure.

» V. Les substances gazeuses qui constituent l'atmosphère stellaire n'ayant ni pouvoir émissif ni pouvoir absorbant, la photosphère, malgré son degré de température élevé, déterminé par l'épaisseur des couches atmosphériques qui la surmontent, n'émettrait ni chaleur, ni lumière, si une cause particulière n'imprimait aux molécules de l'éther vibrant transversalement la composante verticale nécessaire à la propagation de ce mouvement dans l'espace. Cette cause est la force centrifuge résultant du mouvement de rotation de l'astre stellaire sur lui-même qui règle la circulation de la chaleur dans l'espace, comme le

pendule règle les mouvement de l'horloge, comme les battements du cœur règlent la circulation du sang dans le corps humain.

» VI. Au flux calorifique et lumineux émis par la photosphère, principalement dans le plan de son équateur, que nous appellerons *flux artériel*, répond nécessairement un flux en retour, égal et de sens contraire, un flux veineux dirigé vers les pôles de l'astre stellaire.

» Ces deux flux de chaleur inverse ayant des points de départ et d'arrivée peu différents coexistent dans toutes les régions de l'espace, sensiblement parallèles ou concentriques, rigoureusement égaux, le flux veineux restituant à chaque instant au Soleil la chaleur émise par le flux artériel.

» Pour parler plus correctement peut-être, ces deux flux de chaleur inverse peuvent être considérés comme les deux branches d'un même courant ou circuit de vibration de l'éther ayant son siége sur la photosphère qu'il parcourt des régions des pôles à celles de l'équateur solaire, sa branche ascendante se diffusant et sa branche descendante se concentrant uniformément dans toutes les régions de l'espace.

» VII. A ce circuit principal extérieur qui se forme sur la photosphère correspond probablement un circuit inverse dans l'atmosphère solaire inférieure, dont l'intensité toutefois doit être très-affaiblie, à raison des conditions de stabilité d'équilibre particulières à cette atmosphère inférieure.

» VIII. L'interposition d'un corps planétaire absorbant le flux artériel supprime par le fait la cause et les effets du flux veineux qui lui faisait équilibre dans le faisceau conique sous-tendu par le corps planétaire.

» IX. Ce n'est ni par centaines de siècles, ni par années, mais probablement par minutes et peut-être par secondes qu'il faudrait évaluer le temps pendant lequel la photosphère pourrait continuer à fonctionner si la réserve de chaleur qu'elle contient n'était constamment entretenue par le retour du flux veineux compensant les pertes du flux artériel.

» X. La durée moyenne du circuit total de la chaleur solaire ne dépasse probablement pas le temps nécessaire pour atteindre l'orbite de Jupiter, soit 80 minutes environ à l'aller et au retour.

» La quantité totale de force vive calorifique en circulation est dès lors très-limitée et ne paraît pas devoir dépasser 500 millions de calories par mètre carré de surface solaire, quantité dont la réserve contenue dans la photosphère ne représente très-probablement elle-même qu'une faible proportion.

» XI. Cette faible capacité du flux calorifique en mouvement, et plus encore de celui qui est emmagasiné dans la photosphère solaire, est, indépendamment de toute théorie, démontré par le fait de l'action que le passage de Jupiter au périhélie exerce sur la température de la photosphère. Cette action constatée par la périodicité du retour des taches solaires coïncidant avec le passage de Jupiter au périhélie, est nécessairement frigorifique, ainsi que le démontrent les observations directes d'Arago, de Gautier et du P. Secchi. Il est d'ailleurs évident qu'elle ne peut être que très-inférieure en intensité de force vive momentanément perdue par le Soleil à la quantité de chaleur solaire que Jupiter perçoit dans le quart de sa révolution, ou, ce qui revient au même, à la quantité de chaleur que le Soleil émet en un septième de seconde.

» XII. Au circuit extérieur des ébranlements de l'éther qui parcourt la photosphère

doit nécessairement correspondre un circuit matériel et de même sens, avec déplacement et transport réel des couches centrales de l'atmosphère solaire, analogue à celui que la rotation de la Terre détermine dans son atmosphère, et qui, entre autres effets, produit sur notre globe le phénomène des vents alizés.

» Les substances gazeuses de la photosphère entraînées à partir des pôles sont projetées verticalement dans le cercle équatorial à des hauteurs plus ou moins grandes, d'où elles retombent en partie condensées sur leurs points de départ. A raison des différences d'état d'équilibre que présentent les deux atmosphères entre lesquelles est comprise la photosphère, les transports de gaz matériels ne peuvent pénétrer que très-difficilement dans l'atmosphère inférieure, mais s'épanouissent plus librement dans l'atmosphère supérieure.

» XIII. Cette théorie nous paraît mieux que toute autre rendre compte des phénomènes apparents que les observations télescopiques et spectroscopiques font reconnaître dans l'atmosphère solaire.

» Les pores de la photosphère sont les stries résultant de l'ébranlement continuel de sa surface. Les taches et facules sont les résultats des condensations et de volatilisations successives des substances métallifères et gazéiformes qui s'élèvent ou retombent dans l'atmosphère supérieure. Les proéminences enfin sont produites par l'épanouissement des mêmes substances gazéiformes qui, accidentellement projetées dans les couches stables de l'atmosphère inférieure et violemment repoussées par elles avec un grand excès de chaleur, déchirent la photosphère et viennent s'épanouir en gerbes plus ou moins intenses dans l'atmosphère supérieure. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur des réactifs permettant d'obtenir des patines de diverses couleurs à la surface des bronzes, à propos d'une Communication récente de M.* H. Morin; par MM. **P. Christofle** et **Bouilhet.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Peligot, Tresca.)

« Dans la séance du 23 mars dernier, l'Académie a reçu la Communication d'une Note de M. H. Morin sur la composition d'une certaine classe de bronzes chinois et japonais, décorés de fines incrustations d'argent, dont la patine d'un beau noir est le caractère distinctif. Ses analyses lui ont permis d'attribuer à la présence du plomb, en notable proportion dans ces alliages, la belle patine noire dont ces bronzes sont revêtus.

» Des recherches analogues, entreprises par nous sur les patines colorées des bronzes qui nous viennent de l'extrême Orient, nous ont conduits à des résultats qui confirment l'opinion de M. Morin. Nous avons aussi entrepris un travail sur ce sujet, en analysant dix-huit échantillons de bronze à coloration variée, que nous devons à la bienveillante obligeance de M. Cernuschi.

» Une collection semblable de types des colorations les plus belles, em-

ployées au Japon, figuraient à l'exposition de Vienne, et M. Cernuschi a été assez heureux pour obtenir un exemplaire en double qu'il a exposé en novembre 1873, au Palais de l'Industrie, dans l'exposition de l'extrême Orient, organisée par les soins de M. de Longperrier.

» Mais nous n'avons pas voulu nous contenter de reconnaître par l'analyse la composition de ces bronzes, nous avons aussi entrepris de reproduire les patines dont ils sont revêtus. En l'absence de tous documents, et dans l'impossibilité où nous sommes de déterminer la composition de la patine sans la détruire, nous avons besoin encore d'un certain temps pour achever notre travail, qui exigera de nombreux tâtonnements. Le moment venu, nous présenterons à l'Académie le résultat de nos recherches; mais nous avons pensé que, puisqu'aujourd'hui l'attention était appellée par la Note de M. Morin sur la patine des bronzes japonais, il serait peut-être intéressant de soumettre à l'Académie les résultats auxquels nous sommes parvenus depuis longtemps et que nous perfectionnons tous les jours.

» Déjà en 1867, à l'Exposition universelle, nous avions montré des bronzes incrustés d'or et d'argent, mais dont la patine, la seule que nous eussions trouvée jusque-là, était brune. Les pièces et les procédés brevetés par nous avaient été, à cette époque, présentés à la Société d'Encouragement.

» Sûrs des procédés de damasquinage et d'incrustation par une pratique constante, nos recherches se sont portées depuis sur les colorations variées du bronze et les moyens de les obtenir. Convaincus par de nombreuses expériences que la patine d'un bronze n'est durable que si elle est obtenue par une réaction chimique naturelle et non par l'application d'un vernis, de bronzines ou de sauces, nous nous sommes attachés à ne la produire que dans ces conditions. Les différentes pièces que nous présentons aujourd'hui offrent des types de coloration brune, rouge, orangée et noire qui servent à faire ressortir les effets que produit l'incrustation de l'argent, de l'or et de leurs alliages.

» Ces patines sont obtenues à la surface par des réactifs déterminant la production du protoxyde de cuivre à deux états moléculaires différents et du sulfure de cuivre. Des réserves en vernis permettent de les produire en des points différents, et la condition principale de réussite de ces opérations est la lenteur avec laquelle elles sont conduites. Ces pièces montreront, nous l'espérons, que notre procédé est pratique et constant, puisqu'il nous permet de répéter, à coup sûr, les trois patines que nous signalons.

» Mais il est un fait sur lequel nous voulons appeler, dès aujourd'hui, l'attention de l'Académie, et qui nous a engagés à parler de nos travaux en ce moment : c'est qu'il est inutile de recourir à l'emploi des bronzes plombeux dont M. Morin a fait l'analyse pour obtenir de belles patines noires; car toutes les patines dont nous montrons les échantillons sont obtenues sur du cuivre pur travaillé au marteau ou déposé par la pile. C'est en effet le métal qu'après de nombreux essais nous avons adopté, et nous avons pensé qu'il n'était pas inutile de faire connaître que l'on peut, sur un métal pur dont l'emploi si facile se prête à tant de combinaisons artistiques, obtenir de très-belles patines solides et variées, faisant corps véritablement avec lui, sans être obligé de chercher à faire entrer dans la pratique industrielle des bronzes analogues à ceux dont parle M. Morin, et dont il signale lui-même les inconvénients. Ces alliages, en effet, seraient d'un emploi difficile à cause de leur fragilité et de leur peu de stabilité, et n'ont d'intérêt, dit l'auteur même de la Communication, que par la belle patine noire qu'ils prennent facilement en les chauffant au moufle.

» Nous avons joint aux différents échantillons en cuivre rouge, incrustés d'or et d'argent et colorés par des patines naturelles, une série de bustes en bronze présentant des colorations nouvelles, obtenues par des moyens analogues et par l'électro-chimie.

» Ce sont des bronzes fondus en alliage de cuivre, zinc et étain, tels que les praticiens français les exécutent ordinairement, et revêtus par nous de dépôts d'or, d'argent et d'alliages galvaniques.

» Ces bronzes ont en outre reçu diverses patines dont l'effet est harmonieux, et qu'il nous semble intéressant de signaler.

» L'argent s'y présente sous trois états :

» 1° Avec sa couleur naturelle, d'un blanc éteint ou vif;

» 2° Avec une patine d'un beau noir violet, dû à la chloruration de sa superficie;

» 3° Avec une patine d'un noir brun obtenu par la sulfuration.

» L'or aussi est employé avec sa couleur naturelle ou éteinte, dans certains cas, par une légère sulfuration épidermique; enfin les patines noire, rouge, brune et verte des bronzes sont dues à des oxydations et sulfurations naturelles des superficies.

» On voit, par ces échantillons, quelles ressources nous possédons déjà et quelle brillante palette est mise à la disposition des artistes, par ces nouveaux procédés, pour décorer les surfaces métalliques employées journellement dans l'industrie européenne.

» Nul doute que, lorsque l'analyse nous aura permis de répéter toutes les belles colorations des types de bronzes japonais que nous devons à la bienveillance de M. Cernuschi, nous serons en mesure de présenter un ensemble plus complet encore que celui que nous offrent les artistes de l'extrême Orient. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De la présence de la lithine dans le sol de la Limagne et dans les eaux minérales d'Auvergne. Dosage de cet alcali au moyen du spectroscope.* Note de M. P. **Truchot**, présentée par M. Hervé Mangon.

(Commissaires : MM. Peligot, Thenard, Hervé Mangon.)

« En analysant les terres de la Limagne d'Auvergne, j'ai été fort surpris d'y rencontrer une proportion relativement considérable de lithine.

» On sait, depuis l'importante découverte de MM. Kirchhoff et Bunsen, que la lithine est une substance très-répandue dans la nature; mais les sols, les eaux minérales et les plantes n'en offrent généralement que des traces, et il a fallu l'extrême sensibilité de la méthode spectrale pour y découvrir cet alcali. Or des dosages dans les terres de la Limagne m'ont donné une quantité variant de 31 à 132 milligrammes de carbonate de lithine pour 100 grammes de terre. Une parcelle de cette terre, humectée d'acide chlorhydrique, donne très-nettement et sans autre préparation la raie rouge Li α, lorsqu'on l'introduit dans la flamme du spectroscope.

» Il est vrai que ce sol, remarquable par sa fertilité, est très-riche en alcalis, puisqu'il contient pour 100 grammes de $0^{gr},5$ à $0^{gr},6$ de potasse; toutefois, outre le fait lui-même de la présence d'une certaine quantité de lithine, il était, ce semble, intéressant de rechercher si cette lithine, en proportion plus forte que de coutume, et à cause même de cette proportion, pouvait être absorbée par certaines plantes, qui d'ordinaire n'en contiennent pas. D'autre part, il fallait s'attendre à trouver la lithine en notable quantité dans les eaux minérales d'Auvergne, et j'ai cru devoir y doser cet alcali dont les propriétés médicinales pourraient expliquer pour leur part l'action de ces eaux.

» Le dosage de la lithine par les procédés ordinaires est long et pénible, et j'ai cherché s'il ne serait pas possible de déterminer quantitativement cette substance au moyen du spectroscope. Je crois y avoir réussi de la manière suivante et sans employer d'appareil spécial, comme l'ont fait, pour

le dosage de la soude, MM. Champion, Pellet et Grenier (1), grâce à la netteté et à l'intensité de la raie rouge que donne le lithium au spectroscope.

» On commence par préparer des solutions types de chlorure de lithium contenant, par exemple, 5, 10, 15 milligrammes, jusqu'à 40 milligrammes de ce sel par litre d'eau. Le fil de platine qui sert à introduire une goutte de liqueur dans la flamme du brûleur de Bunsen, devant la fente du spectroscope, est fin et contourné en hélice, de manière à former à son extrémité un petit cylindre creux, qui retient toujours une goutte de même volume. On le trempe dans l'eau minérale, et un aide l'introduit dans la flamme, pendant qu'on observe l'intensité et la durée de la raie Li α ; puis, cette raie ayant disparu, on répète l'expérience après avoir plongé le fil de platine dans une des solutions types. En ayant la précaution de placer ce même fil, dans la même partie de la flamme, la durée du phénomène ne change pas et l'intensité de la raie montre facilement si l'on a choisi le type correspondant à la richesse réelle de l'eau essayée. On y arrive au bout de quelques tâtonnements et en croisant les observations.

» Des différences de 3 ou 4 milligrammes de chlorure de lithium sont sensibles, et la présence de sels de chaux, de soude et de potasse ne nuit pas.

» Lorsqu'il s'agit d'une terre ou d'une cendre, on en traite un poids connu par l'acide chlorhydrique ou l'eau régale, et l'on étend de manière à avoir un volume déterminé.

» Les liquides à essayer ne doivent pas contenir plus de 40 milligrammes de chlorure de lithium par litre, car alors la raie rouge deviendrait trop intense, et l'on jugerait mal des différences.

» Des dosages directs de la lithine, dans la terre de la Limagne et dans l'eau de Royat ont concordé d'une manière très-satisfaisante avec les déterminations spectroscopiques.

» Appliquant cette méthode aux cendres des plantes venues dans le sol de la Limagne, il n'en est aucune où je n'aie rencontré la lithine. M. Grandeau (2) a constaté par des expériences faites sur les cendres de trois végétaux, croissant dans les environs de Lille « que le colza prend de la soude » et de la potasse et pas trace de *lithium* ni de rubidium ; que la betterave » s'assimile le potassium, le sodium, le rubidium et laisse le *lithium* ; enfin » que le tabac fixe du potassium, du rubidium, du *lithium* et ne prend pas

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 707.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 218.

» ou prend à peine de sodium. » Or, en Limagne, le colza et la betterave fixent, eux aussi, une petite quantité de *lithium :* 100 grammes de cendres de chacune de ces plantes renferment environ 10 milligrammes de chlorure de lithium ; 100 grammes de cendres de tabac en donnent 440 milligrammes.

» Ce fait prouve que la faculté d'absorption de certains végétaux pour les matières minérales n'est pas absolue, et qu'elle est modifiée par la nature du sol. Du reste, j'ai pu faire une observation analogue à propos des chlorures alcalins. Les betteraves, venues dans la Limagne, contiennent sept ou huit fois plus de ces chlorures que les betteraves du nord; mais aussi la terre d'Auvergne renferme 0,069 pour 100 de chlore, alors que cet élément est en proportion négligeable dans la plupart des sols.

» Il m'a été facile, au moyen du procédé décrit ci-dessus, de déterminer les proportions de lithine, évaluées en chlorure, que contiennent les nombreuses eaux minérales d'Auvergne. Voici les résultats obtenus pour les principales :

Nom des eaux.		Chlorure de lithium par litre. mg	Nom des eaux.	Chlorure de lithium par litre. mg
Mont-Dore		8	Saint-Nectaire	22
Royat, source César		9	Chatel-Guyon	28
Clermont :	Source des Salins	14	Saint-Alyre	31
	Source de Jaude	15	Les Roches	33
	Puits Loiselot	18	Châteauneuf	35
	Puits artésien	20	Royat, source de l'établissement.	35
La Bourboule		18		

» MM. Kirchhoff et Bunsen ont reconnu que le césium et le rubidium accompagnent constamment le lithium dans les minéraux ; il est donc probable que ces eaux minérales contiennent les nouveaux métaux : c'est ce que je me propose de déterminer. Du reste, leur présence a déjà été signalée dans les eaux du Mont-Dore par M. Grandeau; l'expérience montrera si celles de Royat, qui sont beaucoup plus riches en lithine, le sont aussi plus en rubidium et en césium. »

ENTOMOLOGIE. — *Sur la première génération annuelle du Phylloxera du chêne.* Note de M. **Balbiani**, présentée par M. Milne Edwards.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Mes précédentes observations sur le Phylloxera du chêne ont établi (voir *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 830 et 884; 1873) que cette espèce

présente deux modes de reproduction, dont l'une, qui a lieu en été, se fait par des œufs fertiles sans le concours du mâle, tandis que l'autre, qui ne s'observe qu'en automne, s'opère par des individus sexués, mâles et femelles, qui produisent par leur accouplement un œuf destiné à passer l'hiver pour n'éclore que l'année suivante. A la date de ma dernière Communication à l'Académie (20 octobre), j'avais pu pousser assez loin mes observations pour être encore témoin du début du travail d'organisation dans l'intérieur de cet œuf, et je me flattais d'assister à l'éclosion du jeune Phylloxera qui devait en sortir au retour de la belle saison. Cet espoir a été malheureusement déçu. Ainsi qu'il arrive souvent pour les œufs d'insectes conservés dans l'appartement, à l'abri des variations thermométriques et hygrométriques du dehors (on se rappelle les mécomptes de ce genre éprouvés par Bonnet dans ses célèbres observations sur les Pucerons), les œufs pondus dans l'intérieur de mes tubes se sont bientôt arrêtés dans leur évolution et ont péri avant même de montrer un rudiment d'embryon. Cet insuccès ne fit que stimuler mes recherches pour tâcher de découvrir l'endroit où, à l'état de liberté, les femelles fécondées déposent leurs œufs. Après bien des investigations infructueuses, mes efforts furent enfin, tout dernièrement, couronnés d'un succès complet.

» Sur un jeune chêne du Jardin des Plantes de Paris, qui, l'année précédente, était couvert d'innombrables Phylloxeras, je découvris à la base de quelques jeunes bourgeons des corps allongés et brunâtres, que je reconnus aussitôt pour être les œufs du *Phylloxera quercûs;* mais c'est surtout à la face interne concave des vieilles écailles persistantes, situées à la naissance des dernières pousses, que je pus en recueillir une assez grande quantité. Je noterai en passant, mais sans vouloir attacher pour le moment à cette remarque aucune signification particulière, que ma récolte fut bien plus fructueuse sur les branches mortes que sur les rameaux frais et vivants de l'arbre.

» Ce même jour (7 avril), je coupai un certain nombre de ces rameaux, et, après les avoir placés dans un vase avec de l'eau, je les exposai à un endroit où ils recevaient, pendant une grande partie de la journée, les rayons directs du Soleil. Moins de trois jours après, j'eus le plaisir de découvrir, sur un bourgeon commençant à s'ouvrir de l'extrémité d'un des rameaux, un jeune Phylloxera qui, selon toute apparence, n'était éclos que depuis peu de temps, mais suçait déjà avec avidité la séve végétale, car il avait son rostre implanté dans une des petites feuilles extérieures du bourgeon. Il était de couleur brune, avec les antennes et les pattes noirâtres, et ne mesurait pas plus de $0^{mm},25$. Son suçoir, relativement long et robuste, s'avan-

çait par son extrémité jusqu'au milieu de l'intervalle entre les pattes de la troisième paire : par la présence de ce dernier organe, notre jeune individu différait donc considérablement des parents dont il était issu (car ceux-ci, ainsi que je l'ai signalé dans ma précédente Communication à l'Académie, sont totalement dépourvus d'organes digestifs externes et internes), mais il ressemblait sous ce rapport aux petites larves des Phylloxeras d'été, qui sont également munies d'une trompe bien développée à la période correspondante de leur existence. Par contre, notre animalcule différait de ces dernières par sa coloration plus foncée, la forme moins allongée, subarrondie, de son corps et sa tête plus large et munie d'yeux d'un brun carminé qui m'ont paru également plus volumineux que ceux des larves d'été. Cette tête présente en outre, à sa partie antérieure ou frontale, trois paires de petits appendices cylindriques, incolores, terminés par une extrémité élargie en forme de tête de clou, tandis que chez les larves précédentes ces appendices sont remplacés par des lamelles triangulaires plus ou moins longues et semblables à celles qui garnissent le dessus du thorax et de l'abdomen, où elles forment des rangées régulières et parallèles. Quant à la taille, elle m'a paru la même chez les deux sortes de larves au moment de l'éclosion, c'est-à-dire de $0^{mm},25$, ainsi que je l'ai déjà indiqué plus haut pour notre animalcule. Je n'ai pas constaté non plus entre elles de différence appréciable dans la conformation des antennes, des pattes et du suçoir.

» Mon attention étant ainsi éveillée par la découverte de ce premier individu, j'inspectai attentivement à la loupe toutes les parties de mes branches, et je ne tardai pas à remarquer à la base de plusieurs des bourgeons qu'elles portaient, principalement dans l'angle rentrant formé par ceux-ci et la partie adjacente de la tige, quelques amas de jeunes Phylloxeras, dont les uns présentaient tous les caractères de l'individu précédemment décrit, et se trouvaient être, par conséquent, des jeunes récemment éclos, tandis que les autres, par leur taille d'un tiers environ plus grande ($0^{mm},35$), leur forme plus ovale et leur coloration jaune clair, indiquaient manifestement des individus plus âgés et ayant probablement déjà subi une mue au moins. Ces derniers caractères leur donnaient déjà une grande ressemblance avec les Phylloxeras d'été, leurs descendants directs, tandis que les appendices claviformes de la tête les faisaient ressembler encore à leurs congénères du premier âge.

» Telles sont brièvement les remarques que je désirais présenter au sujet des individus composant la première génération annuelle du *Phylloxera quercûs*, mère et source de toutes les générations qui s'engendrent

ensuite mutuellement et sans interruption pendant l'été jusqu'à la réapparition de la forme sexuée qui clôt l'ancien cycle et ouvre un cycle nouveau. Mes observations, remontant à quelques jours à peine, sont nécessairement bien incomplètes; ainsi je ne puis rien dire encore du nombre et des époques des mues, du temps nécessaire pour que ces premiers individus acquièrent l'aptitude à la reproduction, etc.; mais le fait qui ressort dès à présent de ces observations, c'est que l'apparition des premiers individus du Phylloxera du chêne a lieu à une époque beaucoup plus précoce de l'année que ne le supposent les observateurs qui se sont occupés jusqu'ici de ces insectes, tels que Boyer de Fonscolombe, Kaltenbach et autres, et que je ne l'avais cru pouvoir admettre moi-même, sur la foi de ces auteurs, dans mon premier travail présenté à l'Académie. Il est évident que si leur présence sur l'arbre, dès les premiers mois du printemps et avant même l'éclosion des bourgeons, a passé complétement inaperçue jusqu'ici, la cause en est surtout à leur extrême petitesse et à l'existence cachée qu'ils mènent au premier âge de leur vie.

» La découverte du jeune Phylloxera, sorti de l'œuf fécondé pondu en automne, en ajoutant un nouveau et dernier chapitre à l'histoire génésique du *Phylloxera quercûs*, met sous nos yeux le cycle tout entier de l'évolution de cet insecte. A ce point de vue, elle complète donc mes observations commencées l'année dernière et communiquées à l'Académie. En entreprenant ces études, je m'étais principalement proposé d'y trouver des données applicables au *Phylloxera vastatrix*, et qui pussent guider les observateurs dans leurs recherches sur le mode de propagation de ce redoutable parasite. Je m'estimerais heureux s'il pouvait en être ainsi, car j'aurais pleinement atteint mon but. »

CHIRURGIE. — *Observations relatives à une Communication récente de M.* Bouley *sur l'appareil de M.* Moncoq, *pour la transfusion du sang.* Note de M. L. Mathieu.

« L'appareil présenté dans la dernière séance de l'Académie, et attribué à M. Moncoq, n'est autre qu'une reproduction de celui que j'ai eu l'honneur de présenter à la séance du 10 octobre 1853, et dont le Mémoire et le dessin sont encore dans les Archives de l'Institut.

» M. Moncoq n'a fait à mon premier instrument qu'une modification, qui n'a pas été acceptée dans la pratique. Il a substitué une aiguille creuse à la petite canule destinée à être placée dans la veine; quant à l'entonnoir

en forme de ventouse, il est indiqué et dessiné dans mon Mémoire, ainsi que la pompe, munie de deux soupapes. J'ai donné également le moyen de compter la quantité de sang injecté par le piston.

» Mon dernier modèle a servi dans l'opération pratiquée avec un succès complet par M. Béhier, dans son service à l'Hôtel-Dieu, il y a quelques jours; c'est une modification de mon premier instrument. A la demande de M. Béhier, j'ai agrandi l'entonnoir de mon appareil, afin de rendre plus facile l'opération si délicate de la transfusion.

» Mon Mémoire, ainsi que le dessin sous pli cacheté, a été déposé à l'Académie des Sciences, le 4 avril 1853; l'ouverture en a eu lieu le 10 octobre de la même année. »

Les pièces que cette Note mentionne sont mises sous les yeux de l'Académie et renvoyées avec la Note à une Commission composée de MM. Bouley, Bouillaud et Gosselin.

BOTANIQUE. — *De quelques faits généraux qui se dégagent de l'androgénie comparée;* par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les points que je me propose d'apprécier sommairement au point de vue de la morphologie philosophique sont les suivants :

» *a*. Existe-t-il des étamines composées?

» *b*. Généralités de l'existence de représentants isostémones dans les familles à types diplostémones.

» *c*. Les petites étamines de l'androcée didyname et, plus généralement, d'un androcée donné, ne sont-elles les plus courtes que parce qu'elles sont les plus jeunes?

» I. Existe-t-il des étamines composées? Payer n'hésite pas à l'admettre :

« Il y a, dit-il, des étamines *composées*, comme il y a des feuilles composées, et dans ces étamines composées chaque étamine doit être considérée comme l'est chaque foliole dans les feuilles composées... L'analogie peut se poursuivre encore plus loin : ainsi, dans un grand nombre de feuilles composées, chaque foliole est à son tour composée elle-même. Dans les Ricins, on trouve pour l'androcée quelque chose de semblable, les *Candollea*, *Hibbertia*, *Sparmannia*, représentant des étamines simplement composées, qui naissent sur des mamelons de l'axe, sorte de rachis... »

» Bien que cette vue sur l'existence d'étamines composées n'ait pas, que je sache, été adoptée par aucun botaniste, il est bon de montrer combien peu elle est fondée.

» Il suffit d'avoir assisté à la production de ces étamines par groupes

pour reconnaître qu'elle ne ressemble en rien à celle des folioles d'une feuille composée : ici les folioles naissent sur un rachis de première formation, si la feuille est simplement composée; sur des rachis de deuxième ou troisième formation, si la feuille est deux ou trois fois composée : en tout cas, sur des rachis préexistants. Au contraire, dans la formation des androcées, dits *composés*, chacune des étamines du groupe comparé à une feuille composée *naît directement du réceptacle*, absolument comme les étamines disposées par verticilles ou par spirales : dans le premier cas, il y a division d'un organe unique; dans le second, association simplement possible (car elle n'est rien moins que constante) par soudure d'organes d'abord distincts et pouvant se réunir, soit en adelphies, dont le nombre rappelle les centres d'origine (Hypéricinées, Ternstrœmiées, *Citrus*), soit en adelphies rameuses (*Ricinus*).

» Parce que les étamines, au lieu de naître par verticilles ou en spirales, se grouperont sur 3-4-5 points de l'axe-réceptacle, et que les compartiments correspondants de celui-ci se relèveront un peu, ce qui n'est même pas constant, voir dans les étamines ainsi groupées les analogues des feuilles composées et poursuivre la comparaison jusqu'à l'androphore rameux du *Ricinus*, c'est abuser de la méthode analogique, et se mettre en opposition absolue avec les enseignements de l'organogénie; d'où il ressort que si quelqu'un devait être contraire à cette théorie, c'est surtout l'auteur du *Traité d'Organogénie*.

» II. L'isostémonie se rattache-t-elle à la diplostémonie, ou, en d'autres termes, les fleurs isostémones sont-elles autre chose que des fleurs du type diplostémone, dans lesquelles un verticille d'étamines a avorté?

» A cette question, qui peut sembler hardie, l'organogénie répond par l'affirmative pour un grand nombre de cas. Il importe d'ailleurs de distinguer, dans le présent aperçu, les plantes gamopétales des dialypétales.

» Pour les gamopétales (Convolvulacées, Borraginées, Solanées, Labiées, etc.), en général, l'observation ne s'oppose pas à ce qu'il y soit admis un type premier isostémone, bien que pour quelques-unes on passe évidemment du type diplostémone (*Rhododendrum*) à la fleur isostémone (*Azalea*).

» Quant aux plantes dialypétales, les indications de l'organogénie, cela est digne de remarque, conduisent, en ce qui concerne l'androcée, à une proposition parallèle à celle formulée par un éminent botaniste, au sujet de la corolle. De même, en effet, que M. A. Brongniart a pu dire :

« Les apétales ne paraissent en général qu'un état imparfait des dialypétales; aussi se représentent-elles en nombre plus ou moins considérable dans la plupart des familles de

cette série, et beaucoup des familles qu'on considère comme essentiellement apétales offrent-elles, dans quelques-uns de leurs genres, des organes qu'on doit considérer comme des pétales imparfaits et rudimentaires. On peut prévoir que plus nos connaissances s'étendront, et plus les rapports des apétales et des dialypétales s'étendront (*Énumération des genres de plantes*, etc., p. 6). »

» De même, paraphrasant ce langage, dont la justesse se vérifie chaque jour, on est fondé à dire, et je le prouverai tout à l'heure :

» Les isostémones ne paraissent, en général, qu'un état imparfait des diplostémones ; aussi se représentent-elles en nombre plus ou moins considérable dans la plupart des familles de cette série, et beaucoup de familles qu'on considère comme essentiellement diplostémones ont-elles quelques genres isostémones. On peut prévoir que plus nos connaissances s'étendront, et plus les rapports des isostémones et des diplostémones s'étendront.

» Pour démontrer cette proposition, on n'a que le choix des exemples dans les familles de quelque étendue. Les Caryophyllées, les Crassulacées, les Saxifragées parmi les Dicotylédones présentent le type diplostémone, avec verticille staminal interne et premier-né, dans toute sa pureté au centre de chacun de ces groupes; mais, par le simple avortement du verticille dernier-né, on passe du *Silene* ou du *Malachium*, par les Paronychiées, aux Amarantacées et Chénopodées qu'on eût pu croire typiquement isostémones; du *Sedum* ou du *Bryophyllum* aux *Crassula*, *Tillæa* et *Rochea*; des *Saxifraga* et *Cunonia* à l'*Heuchera* et au *Mitellopsis*; du *Dictamnus* ou du *Choisya* au *Diosma* et à l'*Evodia*. Il n'est pas jusqu'aux vraies Rutacées qui ne présentent le *Tetradiclis* isostémone à la suite du *Ruta* diplostémone; ainsi encore les Zygophyllées comptent entre le *Zygophyllum* et le *Larrea* à dix étamines, le *Trichantera* où celles-ci sont réduites à cinq.

» Les Monocotylédones offrent plus de fixité; cependant les Iridées à trois étamines sont rangées dans la classe des Lirioïdées, à côté des Hypoxidées et Amaryllidées à deux verticilles d'étamines, les Hæmodoracées se partagent en diplostémones et isostémones, l'androcée de nos *Alisma* est celui du *Butomus*, moins le verticille oppositipétale, les Commélynées ont le *Callisia* réduit à l'un des deux verticilles du *Tradescantia*, les Hydrocharidées n'ont que trois étamines oppositipétales dans l'*Udora* et l'*Hydrilla*; enfin un même genre, le *Juncus*, compte à côté du type diplostémone des espèces isostémones (*Juncus pygmæus* et *J. capitatus*).

» Ces citations, auxquelles chacun pourra ajouter, suffisent à établir cette proposition générale, savoir que : de même que les familles dialy-

pétales comptent des espèces apétales, de même les familles à type diplostémone ont ordinairement des représentants isostémones.

» C'est par des avortements qu'on descend des plantes polypétales aux apétales; c'est aussi par des avortements, et j'ajoute, ordinairement par l'avortement du verticille staminal, dernier-né dans le type, que l'on passe des espèces diplostémones à celles isostémones.

» III. Les étamines les plus petites d'un androcée didyname ou, plus généralement, d'un système staminal donné ne sont-elles les plus courtes que parce qu'elles sont les dernières-nées ou les plus jeunes?

» L'organogénie des plantes à étamines didynames a soulevé cette question qui se posait d'ailleurs par celle des espèces à verticilles staminaux distincts dans lesquelles, comme les Caryophyllées, Saxifragées, l'un de ces verticilles prend un développement moindre que l'autre.

» Le développement relatif des étamines est lié souvent, je l'ai montré, à l'ordre de leur naissance; mais, dans des cas encore nombreux, il en est indépendant ou même inverse. Payer, qui ne vit la question que par un de ses côtés, n'a pas hésité à dire que les petites étamines des androcées didynames ne sont les plus courtes que parce qu'elles sont nées les dernières. Or, même en circonscrivant la question aux étamines didynames, les seules qu'ait visées l'auteur de la proposition, il est manifeste que la solution donnée est contredite par des faits nombreux. Vraie, en effet, pour les Labiées, elle est fausse pour les Bignoniacées, les Gesnériacées, la plupart des Scrofulariacées, etc.; cette proposition est même contraire aux propres observations de son auteur sur le *Bignonia,* où il a reconnu la naissance simultanée des étamines, sur le *Lophospermum,* chez qui il assure avoir vu les étamines latérales se produire avant les étamines antérieures.

» Mais la proposition rappelée ici n'est pas seulement inexacte en fait, elle l'est encore quand on recherche les conséquences de la cause attribuée au moindre développement de certaines étamines. Celles-ci, dit-on, sont les plus courtes, parce qu'elles sont les plus jeunes : donc elles devront arriver à être aussi grandes que leurs aînées si jamais elles atteignent à l'âge de celles-ci. Or il n'en est rien; les courtes étamines des Labiées, par exemple, réellement nées après les plus longues, ne mûrissent aussi qu'après celles-ci, ce qui revient à dire qu'elles prolongent assez leur vie pour ne mûrir et disparaître que lorsqu'elles ont atteint un âge à peu près égal à celui de leurs aînées, parfois même à un âge certainement plus avancé, si l'on compare le temps qui sépare la naissance des étamines de certains groupes à celui qui se place entre la maturation successive de celles-ci.

» Ce n'est donc pas la différence d'âge qui fait les étamines inégales. La cause vraie du moindre développement des courtes étamines tient à un arrêt relatif de développement, arrêt qui ne se manifeste dans certaines plantes (Gesnériacées, beaucoup de Scrofulariées, etc.) que consécutivement à la naissance, mais qui, chez d'autres (*Acanthus, Digitalis*, Globulariées), agissant congénitalement, retarde déjà cette naissance. Or, ce qui est vrai des androcées didynames ne l'est pas moins des androcées par verticilles (Caryophyllées, Limnanthacées, Liliacées), en spirales (Magnoliacées, Renonculacées) ou composés de groupes (Liliacées, Dilléniacées). Il peut même arriver, et c'est le cas ordinaire des plantes dans lesquelles l'ordre de maturation des étamines est inverse de l'ordre de naissance, que les étamines les plus courtes soient très-notablement les plus âgées (Ficoïdes, *Hepatica, Aquilegia*).

» Concluons donc en disant que ce n'est pas parce qu'elles sont les plus jeunes, mais parce qu'elles sont arrêtées dans leur développement, soit congénitalement (Labiées), soit consécutivement à leur naissance (Bignoniacées), que certaines étamines d'un androcée sont les plus courtes. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la dissémination de l'étain et sur la présence du cobalt et de diverses autres substances dans les kaolins des Colettes et d'Échassières situés dans le département de l'Allier.* Note de M. DE GOUVENAIN.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Daubrée.)

« M. Daubrée a signalé, il y a un certain nombre d'années déjà, dans une Communication du plus haut intérêt, la présence de l'étain oxydé dans les kaolins du département de l'Allier; l'existence de nombreuses fouilles dans le dépôt de transport qui recouvre la masse kaolinique, et où il a pu reconnaître des débris stannifères, l'a porté en outre à conclure qu'il avait existé sur ces points, comme à Montebras dans la Creuse, des exploitations d'étain remontant à une époque très-reculée.

» Ayant eu l'occasion de soumettre à l'analyse chimique un certain nombre d'échantillons provenant de ces gisements, il me semble utile d'en publier les résultats, comme complément de ces premières recherches.

» *Minerai d'étain lavé.* — La présence de l'étain a été signalée pour la première fois aux Colettes, chez M. le baron de Veauce, par un ouvrier anglais, qui eut l'idée de le rechercher par un lavage très-concentré des sables provenant de la préparation du kaolin.

» Dans ces essais, 30 mètres cubes de kaolin brut ont produit 18 mètres

cubes de sables quartzeux, d'où l'on a extrait 12 kilogrammes de minerai d'étain, en petits grains de couleur brune où l'on discerne à la loupe de nombreux débris de cristaux de cassitésite.

» Ce minerai ne renferme aucune trace de wolfram, il ne contient ni arsenic, ni antimoine; si on le soumet à l'action de l'hydrogène au rouge et que l'on reprenne par l'acide chlorhydrique étendu pour dissoudre l'étain réduit, la liqueur prend une teinte violacée, caractéristique de la présence de l'acide titanique et de sa réduction à un degré d'oxydation inférieur. En examinant le résidu quartzeux laissé par l'acide chlorhydrique, on reconnaît d'ailleurs qu'il contient des grains noirs, attirables au barreau aimanté, donnant au chalumeau, avec le sel de phosphore, un verre bleu violacé, qui passe au rouge par addition de fer métallique, réaction caractéristique du fer titané.

» La quantité de minerai réduit étant de 3 grammes, la perte dans l'hydrogène a été de $0^{gr},550$, et le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique de $0^{gr},405$.

» En traitant ensuite la liqueur chlorhydrique par l'hydrogène sulfuré, on a obtenu un poids de $2^{gr},605$ de protosulfure d'étain qui représente aussi, en raison de l'identité des équivalents, la quantité d'acide stannique correspondante.

» La composition du minerai se résume, d'après cela, comme il suit, pour 100 parties :

Oxyde d'étain	87	Étain correspondant	68,4
		Oxygène calculé	18,6
		Total	87,0
Gangue siliceuse, un peu micacée, contenant un peu de fer titané	13		
Total	100		

» D'après la perte ci-dessus de 3 grammes de minerai dans l'hydrogène, soit $0^{gr},550$, la quantité d'oxygène enlevée est pour 100 de $18^{gr},3$, et elle s'accorde bien, comme on le voit, avec le poids de l'oxyde d'étain trouvé.

» *Sable brut non lavé des Colettes.* — En traitant par le même procédé un poids de $7^{gr},155$ de sable brut non lavé, on a trouvé $0^{gr},0033$ d'oxyde d'étain, soit $0^{gr},05$ pour 100 de sable.

» *Roche quartzeuse micacée provenant de l'exploitation d'Échassières et traversant la masse kaolinique sous forme de filon.* — On a trouvé que cette roche contient pour 100 $0^{gr},02$ d'oxyde d'étain.

» *Amphibole trémolite.* — Dans ce minerai existant à l'état de petits nids

disséminés ou de filons dans le gisement des Colettes, on a constaté $0^{gr},04$ pour 100 d'oxyde d'étain.

» Enfin, fait assurément très-remarquable, non-seulement le kaolin, mais toutes les matières minérales en relation avec lui, sont stannifères, comme si les vapeurs corrosives, auxquelles est probablement due la décomposition sur place des roches feldspathiques, avaient été chargées d'étain, qui a pu ainsi se répandre partout et laisser sur tous les points des traces de son passage.

» M. Daubrée a signalé dans le kaolin des Colettes la présence de grains noirs d'oxyde de manganèse; indépendamment de ces grains noirs, on trouve aussi assez abondamment dans les résidus de l'exploitation d'Échassières des nodules manganésifères ayant l'apparence de truffes, et de composition remarquable.

» Traités par l'acide chlorhydrique étendu, ils s'attaquent avec facilité, même à froid, en donnant un liquide couleur vert-pré, en raison de la présence du cuivre, et un résidu blanc.

» La liqueur contient de l'alumine, du fer, du manganèse principalement, mais aussi du cuivre, du cobalt en quantité notable, des traces de nickel, de la baryte, de l'acide phosphorique, point de chaux ni de magnésie, aucunes traces de soufre, d'antimoine, ni d'arsenic.

» La perte au feu de cette matière en eau et en oxygène est, pour 100, de 12,5.

» 5 grammes traités à part pour le dosage de la baryte ont donné, pour 100, $0^{gr},5$ de cette base.

» On ne s'est point arrêté au dosage du manganèse, du fer et de l'alumine; mais, en opérant sur 10 grammes, on a trouvé pour 100 :

Cuivre	1,4		
Cobalt	0,94	Sesquioxyde correspondant	1,32
Acide phosphorique	0,8		
Nickel	traces		

» Ces nodules renferment donc, comme on voit, de 1 à 2 pour 100 d'oxyde de cobalt, ce que nous tenions surtout à signaler au point de vue minéralogique, et en raison de l'utilité industrielle qu'ils pourraient peut-être offrir comme minerai de cobalt. »

M. **Petit** adresse à l'Académie une Note relative à l'emploi du coaltar pour combattre le Phylloxera. Il cite à ce sujet plusieurs expériences exécutées en grand et couronnées de succès. Un grand nombre de vignes,

sur le point d'être arrachées, ont pu de cette façon être sauvées. La Note est accompagnée d'un envoi d'échantillons de la houille *qui produit* ce coaltar.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Normand adresse une Note sur l'emploi des occultations d'étoiles pour la détermination de la parallaxe solaire. Cette Note est accompagnée d'une brochure imprimée sur le même sujet.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

M. Martinet adresse une Note relative à l'influence possible des soulèvements montagneux sur la position de l'axe de rotation du globe.

(Commissaires : MM. Serret, Daubrée.)

MM. Peaucellier et Wagner adressent un Mémoire contenant un appareil destiné à substituer aux opérations habituelles de la topographie des procédés mécaniques.

Ce Mémoire est renvoyé à une Commission composée de MM. Morin, Fizeau et de la Gournerie.

M. Neyreneuf demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat deux Mémoires relatifs à la condensation électrique, sur lesquels il n'a point été fait de Rapport.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Travaux publics adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le Xe volume de la Revue de Géologie, publiée par MM. *Delesse* et *de Lapparent*.

M. le Ministre de la Guerre, en remerciant l'Académie de l'envoi du Rapport sur les travaux géodésiques relatifs à la nouvelle détermination de la méridienne de France, prie l'Académie de lui en adresser un nouvel envoi.

M. N. Joly prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant pour la Section de Zoologie, devenue vacante par l'élection de M. *Gervais*, comme Membre de l'Académie.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie d'un article du testament par lequel M. *Dusgate* lègue à l'Institut de France une rente annuelle de cinq cents francs, « pour fonder un prix quinquennal de deux mille cinq cents francs à délivrer tous les cinq ans à l'auteur du meilleur ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées ».

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Rapport des opérations faites en 1870-1871 pour l'exploration géologique du Canada;

2° Une brochure de M. *Montigny*, intitulée : « La fréquence des variations de couleur des étoiles dans la scintillation est généralement en rapport avec la constitution de leur lumière d'après l'analyse spectrale »;

3° Une Notice de M. *Harting*, sur un cas de formation de fulgurites et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande;

4° Une brochure de M. *Weilenmann*, imprimée en allemand, sur la variation diurne de la température à Berne.

GÉOMÉTRIE. — *Déplacement d'un système de points. Propriétés géométriques dépendant des paramètres différentiels du second ordre; par* M. **H. Durrande**.

« **1.** Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 6 mai 1872, et reproduite dans un Mémoire publié dans les *Annales scientifiques de l'École Normale* (2e série, t. II, p. 81), j'ai montré comment, dans l'hypothèse où les composantes X, Y, Z de la vitesse de l'un des points d'un système en mouvement sont des fonctions linéaires des coordonnées de ce point, on peut se faire une idée très-simple de la distribution des vitesses entre les divers points du système.

» Partant des relations

$$\text{(I)}\qquad \begin{cases} v\cos\varphi = \lambda X + \mu Y + \nu Z, \\ v\sin\varphi = \sqrt{\Sigma(\mu Z - \nu Y)^2}, \end{cases}$$

qui donnent les expressions de la vitesse estimée dans une direction (λ, μ, ν) et dans une direction perpendiculaire, j'en ai conclu l'existence d'un *plan conjugué* de la direction (λ, μ, ν) qui coupe tous les plans perpendiculaires

à cette direction suivant leurs *caractéristiques*, et d'une *droite adjointe* à cette même direction, qui est le lieu des *foyers* (cinématiques) de ces plans.

» J'ai fait voir que les points d'un plan, dont les trajectoires sont également inclinées sur le plan, sont sur une conique; et dans le cas d'un système invariable de forme, le foyer cinématique (point dont l'élément de trajectoire est normal au plan) est le foyer géométrique commun à toutes les coniques correspondant aux diverses inclinaisons des trajectoires, et la caractéristique est la directrice commune de ces mêmes coniques. Les relations (I) m'ont encore servi à déterminer les paramètres du déplacement d'après la connaissance des conditions nécessaires.

» **2.** Je me propose d'indiquer ici quelques propriétés géométriques du déplacement d'un système de points, en faisant la même hypothèse sur les vitesses, propriétés dépendant des paramètres différentiels du second ordre. Je désignerai par $\mathfrak{X}$, $\mathfrak{Y}$, $\mathfrak{Z}$ les composantes de l'accélération totale J d'un point (x, y, z) du système.

» Ces composantes sont aussi des fonctions linéaires des coordonnées du point correspondant, et par suite tous les théorèmes relatifs uniquement à la distribution des vitesses et aux éléments géométriques qui en dépendent s'appliquent aux accélérations.

» Ainsi nous aurons d'abord, en désignant par φ l'angle de l'accélération totale du point (x, y, z) avec une direction (λ, μ, ν),

$$\text{(II)} \qquad \begin{cases} J\cos\varphi = \lambda\mathfrak{X} + \mu\mathfrak{Y} + \nu\mathfrak{Z}, \\ J\sin\varphi = \sqrt{\Sigma(\mu\mathfrak{Z} - \nu\mathfrak{Y})^2}. \end{cases}$$

» La première équation montre que *l'accélération en un point, estimée dans une direction, est proportionnelle à la distance du point à un plan fixe*

$$(1) \qquad \lambda\mathfrak{X} + \mu\mathfrak{Y} + \nu\mathfrak{Z} = 0,$$

que j'appellerai le *plan conjugué* du second ordre de la direction (λ, μ, ν); ce plan est *le lieu des points du système dont l'accélération est normale à la direction* (λ, μ, ν), *et il coupe tout plan normal à cette direction suivant une droite, en tous les points de laquelle l'accélération est dirigée dans ce plan.*

» Cette droite sera dite la *caractéristique du second ordre* du plan.

» **3.** De la seconde des équations du groupe (II) on déduit l'existence de la droite

$$(2) \qquad \frac{\mathfrak{X}}{\lambda} = \frac{\mathfrak{Y}}{\mu} = \frac{\mathfrak{Z}}{\nu},$$

lieu des points de la figure dont l'accélération est parallèle à la direction (λ, μ, ν); elle rencontre tout plan normal à cette direction en un point dont l'accélération est normale à ce plan, et que l'on peut appeler *foyer* (*cinématique*) *du second ordre*; la droite représentée par les équations (2) sera donc aussi une *droite adjointe* du second ordre, relativement à la direction (λ, μ, ν).

» 4. Si, comme je l'ai dit plus haut, on n'avait en vue que l'étude de la distribution des accélérations, il suffirait de reprendre tous les théorèmes indiqués dans ma Note du 6 mai 1872, en y remplaçant tous les éléments géométriques qu'ils concernent par les éléments correspondants du second ordre. Mais si l'on observe que la forme des trajectoires, la position de leurs plans osculateurs, de leurs normales principales, dépendent à la fois des éléments des deux ordres, ou au point de vue cinématique des vitesses et des accélérations, il n'est pas difficile de prévoir que le rapprochement des relations déduites des groupes (1) et (2) doit fournir des conséquences intéressantes. En voici quelques-unes :

» 5. Considérons, par exemple, la droite, intersection des plans conjugués du premier et du second ordre, et représentée par les équations

$$(3)\quad \begin{cases} \lambda X + \mu Y + \nu Z = 0, \\ \lambda \mathfrak{X} + \mu \mathfrak{Y} + \nu \mathfrak{Z} = 0. \end{cases}$$

Comme ces équations expriment respectivement que les vitesses et les accélérations en chacun des points de la droite qu'elles représentent sont perpendiculaires à la direction (λ, μ, ν), cette droite est donc *le lieu des points en chacun desquels les plans osculateurs des trajectoires sont perpendiculaires à la direction* (λ, μ, ν).

» On sait en effet que le plan osculateur de la trajectoire d'un mobile contient la vitesse et l'accélération de ce mobile.

» La normale principale à la trajectoire de chacun des points de cette droite est contenue dans le plan osculateur correspondant : elle est donc constamment parallèle à un même plan, et engendre par conséquent une surface conoïde dont on peut se proposer de rechercher la nature.

» Les équations de la normale principale en un point (x, y, z) sont, en représentant par (ξ, η, ζ) les coordonnées courantes,

$$(4)\quad \begin{cases} (\xi - x)X + (\eta - y)Y + (\zeta - z)Z = 0, \\ (\xi - x)(Y\mathfrak{Z} - Z\mathfrak{Y}) + (\eta - y)(Z\mathfrak{X} - X\mathfrak{Z}) + (\zeta - z)(X\mathfrak{Y} - Y\mathfrak{X}) = 0; \end{cases}$$

la première est l'équation du plan normal et la seconde celle du plan osculateur. Dans le cas qui nous occupe, le point (x, y, z) appartenant à

la droite représentée par les équations (3), et que je désignerai par le nom de *caractéristique mixte*, l'équation du plan osculateur devient simplement

$$(5)\qquad \lambda(\xi - x) + \mu(\eta - y) + (\zeta - z) = 0.$$

Pour avoir l'équation du lieu des normales principales, il suffit d'éliminer x, y, z entre les équations (3), (5) et la première du groupe (4). Or $X, Y, Z, \mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}$ sont des fonctions linéaires des coordonnées x, y, z; les équations (3) et (5) fourniront pour ces coordonnées des valeurs fonctions linéaires de ξ, η, ζ et même de la fonction $\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta$; en substituant ces valeurs dans l'équation du plan normal qui est du second degré par rapport aux coordonnées, on aura donc une équation du second degré de la forme

$$(\lambda\xi + \mu\eta + \nu\zeta)(A\xi + B\eta + C\zeta) + A'\xi + B'\eta + C'\zeta + D' = 0,$$

c'est-à-dire *l'équation d'un paraboloïde hyperbolique dont l'un des plans directeurs est perpendiculaire à la direction* (λ, μ, ν).

» Si l'on suppose qu'il s'agisse d'un système de forme invariable, le paraboloïde a pour plans directeurs *le plan perpendiculaire à la direction* (λ, μ, ν), *et un plan parallèle à cette direction et à l'axe instantané glissant.*

» 6. Si l'on considère toutes les directions (λ, μ, ν) perpendiculaires à une direction fixe (a, b, c), et données par la relation

$$a\lambda + b\mu + c\nu = 0,$$

on reconnaît que *le lieu des caractéristiques mixtes correspondant à ces diverses directions est la surface du second degré représentée par l'équation*

$$(6)\qquad \begin{vmatrix} a & b & c \\ X & Y & Z \\ \mathfrak{X} & \mathfrak{Y} & \mathfrak{Z} \end{vmatrix} = 0,$$

obtenue par l'élimination de (λ, μ, ν) entre les équations indiquées.

» 7. *La surface représentée par l'équation* (6) *peut être considérée comme le lieu des points du système en chacun desquels le plan osculateur de la trajectoire est parallèle à la direction* (a, b, c).

» Car l'équation (6) exprime précisément la condition de ce parallélisme.

» 8. En outre, l'équation (6) est identiquement vérifiée par les coordonnées de tous les points des droites

$$\frac{X}{a} = \frac{Y}{b} = \frac{Z}{c}, \quad \frac{\mathfrak{X}}{a} = \frac{\mathfrak{Y}}{b} = \frac{\mathfrak{Z}}{c},$$

qui sont les *droites adjointes* du premier et du second ordre de la direction (a, b, c); ces droites sont donc des génératrices de la surface, et il est assez naturel de nommer *quadrique adjointe de la direction* (a, b, c) la surface représentée par l'équation (6).

» 9. Désignant par S_x, S_y, S_z les déterminants mineurs qui, dans l'équation (6), multiplient les paramètres a, b, c, et qui sont proportionnels aux cosinus des angles que la normale au plan osculateur fait avec les axes coordonnés, on voit que les trois quadriques, représentées par les équations

$$S_x = 0, \quad S_y = 0, \quad S_z = 0,$$

et *adjointes aux directions des axes coordonnés*, ont une courbe commune ayant pour équations

$$\frac{X}{\mathfrak{X}} = \frac{Y}{\mathfrak{Y}} = \frac{Z}{\mathfrak{Z}},$$

et qui est *le lieu des points du système en chacun desquels la vitesse et l'accélération ont une même direction.*

» Cette courbe appartient aussi à toutes les surfaces représentées par l'équation (6), en y supposant les paramètres a, b, c variables.

» Enfin elle est encore le lieu des points de rencontre des *droites adjointes* du premier et du second ordre; car ses équations expriment précisément la condition pour que les coordonnées d'un même point vérifient en même temps les équations de deux *droites adjointes* correspondantes. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la projection stéréographique*. Note de M. E. CATALAN.

« Dans mes Notes de 1833-1834, je trouve la démonstration d'un petit théorème ainsi énoncé :

« Si l'on fait une section quelconque dans un ellipsoïde de révolution, et qu'on prenne cette section pour base d'une surface conique dont le sommet serait une des extrémités du grand axe de l'ellipsoïde, cette surface sera coupée suivant un cercle par tout plan mené perpendiculairement au grand axe (1). »

» On peut, comme il suit, généraliser et simplifier cette proposition :

» THÉORÈME I. — *Un ellipsoïde étant donné, on prend pour tableau un plan diamétral* AOB, *et pour point de vue* V, *l'une des extrémités du diamètre conjugué de* AOB. *Cela posé, les perspectives de toutes les coniques* C, *tracées sur l'ellipsoïde, sont semblables à la section diamétrale* AOB.

---

(1) Copie textuelle, avec les fautes de rédaction.

» *Corollaire.* — Si AOB est une section circulaire, auquel cas V est un ombilic, les perspectives de toutes les coniques C sont des cercles *c*.

» Théorème II (mêmes hypothèses que dans le corollaire.) — *Considérons, dans le plan du tableau, un système orthogonal formé d'une infinité de cercles c et d'une infinité de cercles c'* (1) : 1° *les plans* P *des coniques* C, *dont les perspectives sont les cercles c, passent tous par une même droite* D ; 2° *les plans* P' *des coniques* C', *dont les perspectives sont les cercles c', passent tous par une même droite* D' ; 3° *les droites* D, D' *sont conjuguées, c'est-à-dire que le pôle de chaque plan* P *est situé sur* D' *et* vice versâ.

» Théorème III (réciproque du précédent). — *Soient* C *les coniques dont les plans passent par une droite* D, *et* C' *les coniques dont les plans passent par la droite* D', *conjuguée de* D : *les cercles c, perspectives des coniques* C, *et les cercles c', perspectives des coniques* C', *constituent un système orthogonal.*

» *Remarques.* — I. Le système orthogonal est le plus simple possible quand, des cercles *c* ayant leurs centres sur l'axe moyen OB, les cercles *c'* ont les leurs sur le demi-diamètre OD = OB, situé dans le plan principal AOC. Alors les droites D, D', respectivement parallèles à OB, OD, rencontrent le diamètre OV en des points R, R'. De plus, $OR.OR' = \overline{OV}^2$, absolument comme dans le cas de la sphère.

» II. Puisque, à chaque point M, intersection de deux coniques *obliques,* correspond un point *m*, intersection de deux cercles *orthogonaux,* l'ensemble de tous les cercles *c, c'* (ensemble déterminé par deux points fixes A, B, pris arbitrairement) constitue un nouveau système de coordonnées. Ce système *orthogonal circulaire* pourra peut-être s'appliquer à certaines questions relatives à l'ellipsoïde. »

PHYSIQUE. — *De l'influence d'une membrane vibrante sur les vibrations d'une colonne d'air.* Note de M. E. Gripon, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Si l'on fait vibrer un diapason monté sur sa caisse renforçante, et si l'on place à une petite distance, 4 à 8 centimètres, de l'ouverture de la caisse une membrane en collodion ou en papier végétal qui vibre à l'unisson du diapason, le son intense que rendait l'air de la caisse se trouve presque complétement éteint. On cesse même de l'entendre, si les vibrations du diapason ont une faible amplitude. Le même effet ne se produit

(1) *Journal de Liouville,* t. XIX, p. 134.

pas si la membrane rend un son très-différent de celui de l'instrument, ou si on la remplace par un obturateur solide. On peut s'assurer, à l'aide d'un petit-pendule, que la membrane cesse alors de vibrer; il en est de même de l'air de la caisse. On le reconnaît, en appliquant l'oreille contre l'extrémité d'un tube de caoutchouc, dont on place l'autre extrémité entre la caisse et la membrane; le son que l'on perçoit, par l'intermédiaire de ce tube, est considérablement affaibli, lorsque la membrane est en avant de la caisse.

» Une membrane plus grave que le diapason ne produit aucun effet. L'affaiblissement persiste si l'on se sert d'une membrane plus aiguë, mais il diminue à mesure qu'augmente l'écart qui existe entre le son du tuyau et celui de la membrane, et cesse d'être sensible si cet écart atteint un intervalle de tierce ou de quarte.

» Lorsqu'on approche une membrane d'un tuyau ouvert ordinaire, à embouchure de flûte, pris à l'unisson de la membrane, le son du tuyau s'élève graduellement et persiste, lors même que la distance de la membrane au tuyau n'est plus que de 2 à 3 millimètres; la membrane vibre fortement. En représentant par 1 le nombre des vibrations du tuyau et de la membrane vibrant isolément, le son commun rendu par les deux corps, sous leur influence réciproque, varie de 1,03 à 1,06. Si l'on accorde le tuyau sur ce nouveau son, on constate qu'il n'excite plus les vibrations de la membrane placée à quelques décimètres de son orifice, ce que faisait le son primitif représenté par 1. Si l'on a réglé la pression de la soufflerie de telle sorte que l'embouchure ne puisse exciter dans le tuyau des vibrations permanentes plus rapides que celles qui conviennent au son primitif, l'approche de la membrane éteint complétement le son du tuyau; il se rétablit spontanément lorsqu'on enlève la membrane.

» On voit dès lors pourquoi la membrane éteint le son de la caisse renforçante du diapason; elle désaccorde l'air de la caisse qui ne pourrait vibrer que si l'on substituait au diapason qui la surmonte un diapason plus aigu.

» Si l'on place devant une membrane un tuyau dont on diminue graduellement la longueur et qui rend ainsi des sons de plus en plus aigus, la membrane élève encore le son de ces tuyaux et vibre dans chaque cas à l'unisson du son altéré. Cette altération diminue à mesure que l'on s'éloigne du son de la membrane; elle cesse lorsque le tuyau est à peu près à la tierce aiguë de la membrane; pour des sons plus aigus, la membrane est inerte ou elle en abaisse le ton lorsqu'elle est très-près de l'orifice du

tuyau, mais elle agit alors comme un obturateur solide qui boucherait en partie le tuyau.

» Si l'on augmente graduellement la longueur du tuyau, il rend un son plus grave que la membrane. En approchant celle-ci, le son du tuyau s'abaisse et s'affaiblit; puis, à une distance variable avec la membrane, le son grave s'éteint ou bien il devient intermittent et fait place à un son plus aigu que le son primitif. Ce son, d'abord peu intense, se renforce et s'élève à mesure qu'on rapproche la membrane. On peut, en diminuant la pression de la soufflerie, lui substituer un son plus grave que le son primitif, mais peu intense, et dans ce cas encore la membrane, faiblement excitée par les vibrations du tuyau, semble agir comme un obturateur. La membrane vibre au contraire fortement lorsque se produit le son aigu. Si on l'éloigne, ce son s'affaiblit et fait place à un son plus grave que le ton primitif. La distance à laquelle se fait ce changement est plus grande que celle qui, lorsqu'on approchait la membrane du tuyau, convenait à la transformation du son grave en son aigu. Il semble que la lame d'air qui sort de la fente de l'embouchure, s'étant constituée de manière à rendre un certain son, persiste à vibrer de la même manière, lors même que l'on place le tuyau dans des conditions telles qu'il dût rendre un son plus grave. Cette vibration persistante est instable et cesse si l'on souffle sur l'ouverture, si l'on chante à l'unisson du son grave, si l'on diminue un peu la pression.

» Cette inertie de l'embouchure est remarquable dans l'expérience suivante. On fait produire à un tuyau un son qui cesse lorsqu'on place devant l'orifice une membrane convenable. Si l'embouchure est convenablement réglée, le son ne se rétablit pas lorsqu'on enlève la membrane; le tuyau ne résonne de nouveau que si l'on chante à l'unisson du son qu'il doit rendre. On ne produit rien de semblable en émettant un son différent de celui du tuyau. On reconnaît là l'expérience bien connue des flammes chantantes.

» Si une membrane ferme complétement un tuyau, on peut, lorsqu'elle n'est pas trop grande, obtenir du tuyau deux sons, suivant la pression : l'un plus aigu que le son primitif, l'autre beaucoup plus grave; il est audessous de l'octave grave de ce son. Le rapport du son altéré au son primitif est constant pour une même membrane, quelle que soit la hauteur du son.

» On peut annuler l'effet qu'une membrane exerce sur une colonne d'air vibrant, en en approchant, du côté opposé à la colonne, un écran solide,

une planchette de bois. Si le son était éteint, il se rétablit; s'il était surélevé, il reprend sa hauteur primitive pour une distance déterminée de l'écran à la membrane; dans ce dernier cas, la membrane cesse de vibrer et devient ainsi inerte.

» Lorsqu'une membrane éteint le son de la caisse d'un diapason et qu'un écran solide, voisin de la membrane, le rétablit, la lame d'air comprise entre l'écran et la membrane, cette membrane et l'air de la caisse forment un système de corps vibrant à l'unisson.

» Si l'on approche un diapason d'une membrane plus aiguë, le son du diapason n'est pas renforcé; mais il l'est si l'on place derrière la membrane, à une distance convenable, une planchette qui lui soit parallèle. Si l'on prend des écrans de forme semblable à celle de la membrane et de dimensions diverses, on trouve que le renforcement se produit à des distances de l'écran à la membrane proportionnelles aux dimensions homologues.

» Le voisinage d'un écran désaccorde une membrane et la fait baisser de ton. En représentant par n, n' les nombres de vibrations du son normal de la membrane et du son altéré; par e la distance de la membrane à un écran de mêmes dimensions qu'elle; par A, a des constantes, l'altération du son est, dans mes expériences, représentée par la formule empirique

$$\frac{n'}{n} - 1 = A \cot \pi \frac{e}{a}.$$

» On peut accorder facilement sur un son donné une membrane un peu plus aiguë que lui, en plaçant derrière elle un écran dont on fera varier la distance dans un sens convenable. On peut de même désaccorder une membrane et l'empêcher de vibrer sous l'influence d'un corps sonore de même hauteur qu'elle, en plaçant l'écran assez près de la membrane. »

CHIMIE. — *Sur quelques sels acides.* Note de M. H. Lescœur, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« On connaît plusieurs sulfates acides de potasse et de soude. Parmi les plus importants sont le sulfate acide $KO, HO, 2SO^3$, le bisulfate anhydre $KO, 2SO^3$ et le sel ayant pour formule $4KO, 7SO^3, 3HO$, ces deux derniers récemment étudiés par M. Berthelot (1). Les recherches qui font l'ob-

(1) Berthelot, *Mémoire sur le bisulfate de potasse anhydre et la chaleur de dissolution de l'acide sulfurique anhydre* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, novembre 1873).

jet de cette Note m'ont permis de constater l'existence d'un quadrisulfate de potasse et d'un sel de soude correspondant. J'ai également obtenu des triacétates de potasse et de soude bien cristallisés.

» I. *Quadrisulfate de potasse*, $KO,4SO^3,6HO$. — Quand on fait dissoudre à chaud du sulfate de potasse dans de l'acide sulfurique, on obtient par refroidissement des cristaux en grandes lames nacrées, qui ne sont point du bisulfate. Abandonnés dans un air sec sur une plaque de porcelaine dégourdie, finalement pressés entre plusieurs doubles de papier de soie, ils fournissent à l'analyse les résultats suivants, qui correspondent à la formule $KO,4SO^3,6HO$:

	Théorie.		I.	II.
$3SO^3$	120	45,97	46,56	46,29
KO,SO^3	87	33,33	33,03	33,00
$6HO$	54	20,70	20,69	18,00
	261	100,00		

» La proportion de sulfate de potasse s'obtient en calcinant un poids déterminé de la substance en présence d'un peu de carbonate d'ammoniaque. L'acide sulfurique se mesure au moyen d'une liqueur de soude titrée. L'eau se déduit de la perte de poids qu'éprouve le sel calciné avec de l'oxyde de plomb récemment desséché.

» Le quadrisulfate de potasse se présente en cristaux flexibles, déliquescents, fusibles à 61 degrés. Il perd de l'eau vers 235 degrés seulement. On ne peut le dissoudre sans le décomposer; l'humidité de l'air produit le même effet au bout de quelque temps.

» II. *Quadrisulfate de soude*, $NaO,4SO^3,6HO$. — Le sel de soude se prépare en dissolvant 1 partie de sulfate de soude sec dans 3 parties d'acide sulfurique chaud. On obtient par refroidissement de longs prismes enchevêtrés en tous sens. Ce sel est déliquescent, mais moins que le sel de potasse. Fusible à 90 degrés, il perd de l'eau vers 220 degrés. Les analyses suivantes lui assignent la formule $NaO,4SO^3,6HO$:

	Théorie.		I.	II.
$3SO^3$	120	48,98	50,05	50,72
NaO,SO^3	71	28,98	27,09	27,02
$6HO$	54	22,04	20,17	»
	245	100,00		

» III. La cristallisation des acétates de soude et de potasse dans l'acide acétique monohydraté fournit, non des biacétates, mais des sels contenant 3 équivalents d'acide.

» *Triacétate de potasse*, $KO, C^4H^3O^3, 2C^4H^4O^4$. — On l'obtient en dissolvant à chaud 5 parties d'acétate de potasse desséché dans 8 parties d'acide cristallisable. Les cristaux qui se forment par refroidissement sont de belles lames, qui se dessèchent facilement sans perdre leur transparence. Sel déliquescent, de densité 1,47, fusible à 112 degrés et se décomposant vers 170 degrés, en laissant dégager de l'acide monohydraté; son analyse n'offre aucune difficulté. On a trouvé :

	Théorie.		I.	II.
$KO, C^4H^3O^3$	98	44,95	43,45	42,29
$2C^4H^4O^4$	120	55,05	54,69	55,25
	218	100,00		

» Le poids d'acétate neutre contenu dans le sel est calculé d'après le poids de sulfate neutre de potasse qu'il laisse après calcination avec de l'acide sulfurique.

» IV. *Triacétate de soude*, $NaO, C^4H^3O^3, 2C^4H^4O^4$. — Pour obtenir le triacétate de soude, on dissoudra 1 partie d'acétate neutre fondu dans 6 parties d'acide acétique bouillant. On obtient par refroidissement une masse feutrée et délicate de longues aiguilles, flexibles comme de la soie, baignées dans un liquide sirupeux, dont on les sépare. Exposées dans l'air sec sur une plaque de biscuit, ces aiguilles se dessèchent rapidement en devenant presque cassantes. Elles se laissent alors facilement pulvériser entre plusieurs doubles de papier à filtre. Leur composition ressort des analyses suivantes :

	Théorie.		I.	II.
$NaO, C^4H^3O^3$	82	40,59	38,00	39,24
$2C^4H^4O^4$	120	59,41	58,73	59,41
	202	100,00		

Densité, 1,34. Fusibles à 127 degrés. Décomposables vers 150 degrés.

» On sait que M. Melsens a indiqué, pour la production de l'acide acétique pur, un procédé industriel fondé sur les propriétés du biacétate de potasse. L'étude des sels acides que je viens de décrire me permettra de préciser la théorie de cette préparation. »

CHIMIE. — *Dialyse du silico-aluminate de soude.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La silice et l'alumine ne peuvent généralement pas exister ensemble en dissolution dans une liqueur alcaline. Ainsi, quand on reprend par

l'eau une attaque au carbonate de soude d'un silicate alumineux naturel ou que l'on mélange des dissolutions de silicate et d'aluminate de soude, il se produit un précipité de composition définie, qui a été étudié par M. H. Sainte-Claire Deville. Il contient :

		Oxygène.
SiO^2	44,6	6
Al^2O^3	26,4	3
NaO	16,3	1
HO	12,7	3

» Celui des deux corps, silice ou alumine, qui est en excès, reste seul en dissolution dans la liqueur.

» Ce silico-aluminate se redissout néanmoins partiellement en présence d'un grand excès d'alcali. Ce fait présente une certaine analogie avec les propriétés des colloïdes, qui peuvent être redissous partiellement en présence d'un grand excès d'un autre corps avec lequel ils ne contractent cependant aucune combinaison définie.

Pour m'assurer si c'était bien là une dissolution colloïdale, j'ai dialysé une liqueur renfermant, dans 20 centimètres cubes d'eau :

SiO^2	0,20 gr
Al^2O^3	0,30
NaO	3,8

On pouvait supposer devoir séparer ainsi l'excès d'alcali et d'alumine et obtenir une dissolution plus ou moins instable de silico-aluminate, ou même d'un silicate d'alumine hydraté. Contrairement à ces prévisions, il est resté sur la membrane à dialyse un précipité blanc, pulvérulent, contenant :

SiO^2	0,120 gr
Al^2O^3	0,115

et pas de quantité dosable d'alcali. Tout l'alcali avait traversé la membrane, entraînant en dissolution :

Al^2O^2	0,105 gr
SiO^2	0,010

» La dissolution colloïdale du silico-aluminate ne s'est donc pas réalisée; mais il s'est séparé par la dialyse un précipité formé de parties à peu près égales d'alumine et de silice, tandis que l'excès d'alumine traversait la membrane avec les alcalis en n'entraînant qu'une très-faible quantité de silice. »

M. H. Sainte-Claire Deville fait, à propos de cette Note, les observations suivantes :

« M. H. Le Chatelier vient de résoudre d'une manière très-élégante une question restée en litige entre mon savant ami et regretté Rivot et moi. J'avais conclu, de quelques expériences très-précises, l'incompatibilité absolue de la silice et de l'alumine dans une même solution alcaline et, par conséquent, l'insolubilité du silico-aluminate de soude dans la soude elle-même. Rivot, néanmoins, était parvenu, comme y parvient aussi M. H. Le Chatelier, à dissoudre le silico-aluminate de soude dans un grand excès de la base; mais il résulte des expériences consignées dans la Note précédente que c'est là une dissolution colloïdale, c'est-à-dire une dissolution apparente, comme celles de la silice, de l'alumine, etc., dans l'eau, et telles qu'on les obtient par les admirables méthodes de Graham. Ainsi se trouve expliquée une divergence d'opinions appuyées sur des faits incontestables et en apparence inconciliables.

» M. H. Le Chatelier obtient par la dialyse, non pas un silicate d'alumine soluble (colloïdalement, bien entendu), comme on aurait pu le penser, mais une matière pulvérulente, composée d'alumine et de silice, que l'extrême diffusibilité de la soude sépare de la liqueur où ces éléments étaient en dissolution. Ce fait est assez intéressant pour que je doive en faire ressortir l'utilité dans l'explication de certains phénomènes naturels. Il serait bon aussi de chercher si l'argile, à la manière d'une membrane, ne pourrait pas produire des phénomènes dialytiques de décomposition par diffusibilité; si la craie elle-même et les substances peu perméables ne jouent pas un rôle de dialyseur pour opérer certaines séparations, telles, par exemple, qu'elles pourraient expliquer la formation des silex de la craie. C'est là un sujet d'études que je recommande à l'attention du jeune chimiste dont M. Daubrée vient de présenter le premier travail. Qu'il veuille bien recevoir ce conseil et ces encouragements d'un ami de son père, le célèbre ingénieur qui a rendu de si éminents services à la Science, à l'État et à l'Industrie, dont le nom est estimé par tous et dont la mémoire est profondément gravée dans le cœur d'un grand nombre de mes confrères. »

« M. Daubrée, en s'associant du fond du cœur à l'hommage qui vient d'être si justement rendu à la mémoire de l'homme excellent et si distingué à divers titres, père de M. H. Le Chatelier, remarque que le sujet que vient d'aborder ce jeune élève-ingénieur des Mines touche à une

question importante à la fois pour les minéralogistes et pour les géologues.

» Les silicates d'alumine hydratés compris dans le groupe des argiles résultent dans beaucoup de cas de la décomposition de silicates préexistants, à la manière du kaolin, et sous l'influence de réactions qu'Ebelmen a fait connaître dans l'un de ses plus mémorables Mémoires; mais il en est aussi qui, d'après les conditions de leur gisement, paraissent provenir d'une précipitation directe. C'est ainsi que dans les failles par lesquelles s'élèvent les sources thermales et alcalines de Plombières, on a rencontré çà et là, dans certaines cavités, un silicate d'alumine hydraté, auquel on a donné le nom de savon de Plombiérate. D'autres silicates d'alumine hydratés, savoir les allophanes, ainsi que les halloysites rencontrées dans certains gîtes métallifères, ont probablement une origine semblable.

» Des séries d'expériences du genre de celle que vient de présenter M. H. Le Chatelier sont de nature à jeter la lumière sur le mode de formation de ces substances. »

PHYSIOLOGIE. — *Expérience qui démontre le rôle des veines dans l'absorption.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Cl. Bernard.

« On connaît les nombreuses et remarquables expériences à l'aide desquelles Magendie a démontré le rôle des veines dans les phénomènes de l'absorption. Parmi toutes ces expériences, deux surtout paraissaient décisives.

» Dans la première, Magendie, après avoir isolé chez un chien l'artère et la veine crurales, pratiqua l'amputation circulaire de la cuisse jusqu'au fémur.

» La partie supérieure du membre et sa partie inférieure n'étaient plus unies que par les vaisseaux. De l'*upas tieuté* ayant été introduit dans la portion des parties molles située au-dessous de la section, des phénomènes d'intoxication ne tardèrent pas à se manifester, et l'animal succomba en quelques minutes.

» On objecta à cette expérience que des vaisseaux lymphatiques rampant dans l'épaisseur des parois vasculaires avaient bien pu, en dehors des veines, être les agents directs de l'absorption du poison; que dès lors cette expérience ne prouvait rien. Afin que l'on ne fît plus cette objection, Magendie répéta *de la même manière* l'expérience précédente, mais en la modifiant ainsi : un tuyau de plume étant introduit dans l'artère crurale

et un autre dans la veine correspondante, chaque vaisseau fut incisé circulairement sur ces canaux inertes. Du poison ayant été introduit dans la patte de l'animal, les effets ne furent pas moins très-appréciables au bout de quatre minutes.

» Cette expérience paraissait décisive et démontrer sans réplique le rôle puissant que jouent les veines dans l'absorption, lorsqu'une objection fut faite par Pellerin dans sa thèse pour le doctorat (*Quelques réflexions sur les organes qui servent à l'absorption*, thèses de Paris, 1818; n° 194, p. 16). Voici comment il s'exprime :

» Cette dernière expérience de Magendie est très-ingénieuse, mais elle n'est certainement pas démonstrative. Je ferai observer qu'après avoir, sur un chien, détaché la cuisse, qui ne tenait plus au tronc que par une artère et une veine, il n'aurait pas fallu *enfoncer* l'*upas tieuté* dans la patte de l'animal, car en agissant ainsi il a dû *tomber sur une veine*, intéresser ses parois, et conséquemment *injecter* le poison.

» Cette objection, dont on ne peut nier la portée, a été reproduite par la plupart des auteurs modernes de Traités de Physiologie. C'est pour y répondre que j'ai fait l'expérience suivante, qui ne laissera plus, je l'espère, aucun doute sur le rôle attribué aux veines par Magendie :

» *Expérience.* — Sur un très-grand chien j'ai rasé avec beaucoup de soin le membre inférieur droit, afin de mettre la peau entièrement à nu. Cela fait, j'ai enveloppé la patte, depuis l'articulation du genou jusqu'à l'extrémité inférieure, avec un emplâtre *vésicant* très-exactement et circulairement appliqué. Deux heures après, j'ai mis à nu les troncs de la veine et de l'artère crurales. J'ai d'abord interrompu la circulation dans l'artère, à l'aide de deux pinces à verrou placées à 4 centimètres l'une de l'autre; puis j'ai ouvert le vaisseau longitudinalement : j'ai pu alors introduire dans la section comprise entre les deux pinces un tuyau en cuivre, assez large, à surface extérieure rugueuse, et lier sur ce tube les parois artérielles, dont je pratiquai complétement la section circulaire; les deux pinces à verrou, enlevées à ce moment, permirent au sang de circuler librement dans le tronc de la crurale. Avant de pratiquer la même manœuvre sur la veine, je fis, comme Magendie, l'amputation des parties molles; les jets de sang qui se montrèrent me prouvèrent que la continuité de la circulation artérielle avait été parfaitement rétablie par le tube en cuivre.

» Ce ne fut qu'en dernier lieu que je plaçai dans la veine, en procédant comme pour l'artère, un tube en cuivre semblable au précédent.

» L'emplâtre vésicant fut aussitôt enlevé et l'épiderme, soulevé par de la sérosité, divisé dans une grande étendue. Je versai alors goutte à goutte sur cette surface dénudée, *dont les vaisseaux étaient absolument intacts*, une solution concentrée de sulfate de strychnine : il était 3ʰ30ᵐ.

» 3ʰ45ᵐ. — L'animal devient agité, sa pupille se dilate.

» 3ʰ47ᵐ. — Les crises tétaniques commencent, mais sont assez courtes.

» 3ʰ50ᵐ. — Crise plus forte, qu'augmentent le moindre choc sur la table, le bruit ou des attouchements sur la surface extérieure du corps.

» 3^h55^m. — Nouvelle crise très-forte avec trismes, qui dure quatre minutes; pupille très-dilatée; contracture des parois thoraciques qui détermine une gêne violente de la respiration.

» 4 heures. — La respiration est moins gênée, quoique très-rapide; toutefois l'animal paraît plus calme.

» 4^h20^m. — Nouvelle crise tétanique qui dure cinq minutes, après laquelle la respiration reprend.

» Depuis ce moment les convulsions se succèdent avec rapidité.

» 4^h40^m. — L'animal succombe.

» J'ai dit que cette expérience ne laissait pas de doute sur l'action des veines dans l'absorption. On ne saurait, en effet, invoquer contre elle l'objection faite à Magendie par suite de son mode d'introduction du poison dans les parties molles. Grâce à la méthode endermique, j'ai pu, *sans ouvrir aucun vaisseau*, mettre la strychnine en contact avec une vaste surface absorbante. L'absorption a eu lieu, car l'animal a succombé en présentant tous les symptômes du tétanos strychnique; mais je ferai remarquer qu'il n'a pas fallu moins d'une heure pour arriver à ce résultat; quoi qu'il en soit, je l'ai obtenu : dès lors l'objection reste sans valeur.

» Si j'ai tant insisté sur la manière dont j'ai opéré, c'est que je n'ai pu réussir à assurer le maintien de la circulation, de la circulation veineuse surtout, qu'en procédant ainsi. Toutes les fois que j'ai commencé par mettre le tube dans la veine, le courant sanguin y était interrompu bien avant la fin de l'expérience. Tous ceux qui voudront répéter cette expérience y arriveront facilement, en suivant la méthode que je viens d'indiquer. »

M. **Bouillaud** entre, à propos de la Note de M. *Oré*, dans les considérations suivantes, sur le rôle des veines dans l'absorption :

« I. J'ai entendu avec un grand intérêt les savants commentaires de M. Cl. Bernard, sur le nouveau travail de Physiologie expérimentale de M. le Dr Oré, travail confirmant les expériences de Magendie sur le pouvoir absorbant des veines. Ces expériences comptent parmi les plus ingénieuses et les plus brillantes de cet illustre physiologiste. Heureusement confirmées par celles de M. Oré, dans des conditions nouvelles, elles démontraient bien déjà que *certaines* absorptions continuaient lorsque, pour les opérer, on ne pouvait faire intervenir aucun autre organe, et que, par conséquent, les veines seules constituaient leur agent réel.

» II. Toutefois, pour que la démonstration fût encore plus complète, il

restait à démontrer la cessation de ces absorptions, lorsque les veines se trouvaient dans des conditions anormales, qui ne leur permettaient pas de s'en acquitter. Ce complément de démonstration ne se fit pas longtemps attendre. En effet, à peine la découverte de Magendie avait-elle été publiée, que me trouvant, par un favorable hasard, dans un service de l'hôpital Saint-Louis, où se rencontraient en assez grand nombre des hydropisies passives *partielles*, je constatai, à l'*autopsie* des sujets qui en étaient affectés, des *oblitérations* des veines des parties dans lesquelles ces hydropisies avaient leur siége. A cette époque déjà bien éloignée (1819-1820), les hydropisies de cette espèce étaient attribuées *à une débilité des vaisseaux lymphatiques* (1).

» L'idée me vint alors à l'esprit que, comme conséquence de la doctrine de Magendie sur l'absorption des veines, il m'était bien permis d'admettre un rapport de cause à effet entre l'oblitération des veines et les collections séreuses, qu'on attribuait à une débilité des vaisseaux lymphatiques. Lorsque j'eus recueilli un nombre suffisant d'observations cliniques (véritables *expériences* faites en quelque sorte par la nature elle-même), à l'appui de cette *théorie* nouvelle des hydropisies dites *passives* (laquelle consistait à les expliquer par un obstacle à l'absorption de la sérosité et à la circulation veineuses, et non à une prétendue *débilité des vaisseaux lymphatiques*), j'en adressai le résumé à M. Magendie. Il le publia dans son *Journal de Physiologie expérimentale*, comme une sorte d'argument *clinique* en faveur de sa doctrine, jusque-là démontrée seulement par l'argument *expérimental*. Ces deux modes d'argumentation, lorsqu'ils ont été exactement employés, ne manquent jamais d'ailleurs de se prêter un mutuel et fraternel concours.

» III. Je saisis volontiers l'occasion qui m'est offerte ici de répondre à ceux qui, après avoir combattu la belle découverte de M. Magendie, et aussi, qu'on me permette de l'ajouter, l'application que j'en avais faite à la théorie d'une classe des hydropisies, prétendirent plus tard qu'elle n'était rien moins que nouvelle. Ils eurent la bonne fortune de trouver dans Lower, anatomiste, physiologiste et médecin d'un rare mérite, une expérience d'après laquelle cet auteur aurait conclu que les veines étaient un agent d'absorption. Assurément M. Magendie ne la connaissait pas, et moi bien moins encore, qui étais alors à ma première année d'internat dans les hôpitaux. A l'époque où M. Cl. Bernard fut prié par

(1) Voir la *Nosographie* de Pinel.

M. Ranvier de présenter à l'Académie une Note relative à l'influence des nerfs vaso-moteurs sur la *production de l'œdème* (*Comptes rendus*, 20 octobre 1869), je crus devoir lire dans Lower lui-même ce qu'il avait fait et dit sur le sujet qui nous occupe. En voici un extrait fidèle (1) :

» Si, chez un chien, on lie la veine-cave un peu au-dessus du diaphragme, de manière à y intercepter le cours du sang, il expire au bout de peu d'heures. On trouve alors dans l'abdomen une grande quantité de sérum, comme si l'animal eût été longtemps affecté d'ascite, phénomène que Lower avait, dit-il, vu se produire, à une époque antérieure, par *empêchement au circuit du sang des artères dans les veines*. A cette époque, ayant, au moyen d'un fil, lié chez un chien les deux veines jugulaires, quelques heures après, toutes les parties au-dessus de la ligature étaient tuméfiées outre mesure, et l'animal périt en deux jours, *comme suffoqué* par une angine. Pendant tout ce temps, non-seulement les larmes coulèrent abondamment, mais la bouche était le siége d'un flux de salive, semblable à celui produit par l'usage du mercure. Après la mort, Lower dit qu'il ne put observer dans les parties tuméfiées presque aucun vestige de sang rougissant ces parties, mais que tous *les muscles et toutes les glandes* étaient extrêmement distendus par un sérum limpide et transparent. Ce qui prouve clairement, ajoute-t-il, que, par l'effet de la constriction des veines, le sang, ne pouvant passer des artères dans les veines, est *sécrété et filtré de toutes parts* (*utrunque secerni*). Par suite, la partie du sang devenue plus épaisse ne passe plus dans ses conduits accoutumés, et est obligée de stagner dans ses vaisseaux.

» Après avoir rapporté ses expériences, Lower déclare qu'il laisse à d'autres le soin de juger jusqu'à quel point leurs résultats peuvent éclairer les causes de l'ascite et de l'anasarque. Il fait seulement remarquer que *l'ascite ne provient pas toujours de la rupture des vaisseaux lymphatiques, si tant est que jamais elle en puisse entièrement provenir*.

» IV. Cette conclusion de Lower montre assez clairement, d'une part, qu'il n'avait aucune idée précise du mécanisme des différentes espèces d'hydropisie, et d'autre part qu'il ne connaissait nullement le rôle spécial des veines dans la fonction de l'absorption. Sous ce dernier rapport, quelque intérêt que présentent d'ailleurs les expériences de Lower, eu égard surtout à l'époque où il les a pratiquées, elles laissent tout entier à Ma-

(1) *Tractatus de corde, item de motu et colore sanguinis, et chili in eum transitu*, auctore Richardo Lower; Londini, 1680.

gendie l'honneur d'avoir, le premier, découvert et démontré que les veines jouissent du pouvoir absorbant.

» Pour ce qui concerne la découverte du rôle que joue l'oblitération des veines dans la production de certaines hydropisies, en supposant que les expériences de Lower nous eussent été connues, à l'époque où nous avons traité de cette question de pathogénie, elles ne nous auraient véritablement fourni aucune lumière suffisante pour nous guider. Cela est si probable qu'en ce qui concerne le genre d'*oblitération* d'après lequel nous avons formulé notre nouvelle théorie, bien qu'il ait été étudié, d'une manière peu approfondie, il est vrai, par Lower, cet auteur n'a nullement signalé alors son influence sur les hydropisies. En effet, il y a dans l'ouvrage de Lower une page environ sur l'épaississement et la *coagulation du sang dans les vaisseaux*, dans les veines en particulier (c'est spécialement cette dernière lésion, avons-nous dit, qui était la cause de l'oblitération des veines dans nos observations). Or, la seule conclusion que Lower tire de ses recherches, c'est que *la formation de concrétions dans la masse sanguine, en obstruant sa voie dans les vaisseaux et dans le cœur, finit par en supprimer le mouvement.*

» En dernière analyse, rendons hommage aux travaux de Lower. Mais reconnaissons qu'on y chercherait bien en vain la démonstration de la fonction absorbante des veines, et de la production d'une classe particulière d'hydropisies par l'oblitération de ces vaisseaux, double vérité aujourd'hui universellement reconnue. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Du rôle des néocytes dans les métamorphoses des substances organiques et particulièrement dans la fermentation ammoniacale de l'urine.* Note de M. GUBLER, présentée par M. Bouley. (Extrait.)

« Pour ceux qui font de la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque une véritable fermentation et qui exigent toujours la présence d'un organite végétal ou animal, pour expliquer les métamorphoses des substances fermentescibles, pour ceux-là, l'intervention d'un ferment organisé, dans la décomposition ammoniacale de l'urine, est absolument indispensable.

» Ce ferment existe, à n'en pas douter, dans un grand nombre d'urines ammoniacales. Il tapisse les urinoirs malpropres d'une couche gris jaunâtre, dont le pouvoir catalytique, suivant mes observations souvent renouvelées, n'est pas inférieur à celui du *Mycoderma aceti* dans la célèbre

expérience de M. Pasteur. A peine l'urine normale acide a-t-elle séjourné quelques instants dans un réservoir chargé de ce ferment spécial que déjà elle a subi un commencement de décomposition ammoniacale.

» Mais l'incrustation des urinoirs est constituée par diverses substances minérales et organiques au milieu desquelles se rencontrent plusieurs organismes élémentaires qui pourraient être accusés, au même titre, de produire la métamorphose de l'urée. Heureusement les observations si bien faites de M. Van Tieghem semblent devoir dissiper tous nos doutes; car, d'après ce savant, l'agent spécial de la fermentation ammoniacale de l'urée ne serait autre que ce qu'il nomme provisoirement la *petite torulacée* de $\frac{10}{1000}$ à $\frac{15}{1000}$ de millimètre.

» M. Pasteur, s'emparant de ce fait, n'hésite pas à déclarer que la fermentation ammoniacale de l'urée, même au sein de l'organisme vivant, ne saurait s'effectuer sans l'intervention de cet être microscopique dont il faut nécessairement admettre la pénétration préalable dans la vessie toutes les fois que l'urine est rendue ammoniacale. Le ferment, ajoute M. Pasteur, est d'ailleurs facilement introduit par les bougies et les sondes avec les autres poussières atmosphériques.

» Malgré sa grande et légitime autorité, l'illustre académicien n'a pu faire accepter sans conteste une proposition formulée en termes aussi absolus. Les cliniciens produisent, à l'encontre de cette doctrine exclusive, trois sortes d'objections.

» En premier lieu, le cathétérisme n'est pas toujours suivi de la décomposition ammoniacale de l'urine.

» Ensuite, les urines sont parfois rendues ammoniacales avant toute introduction d'instruments destinés à vider la vessie.

» Enfin la fermentation putride, très-analogue à la fermentation ammoniacale de l'urée, se montre là où certainement un ferment quelconque n'a jamais pénétré.

» La seule objection valable se tire des cas où la transformation ammoniacale de l'urine existait au moment du premier cathétérisme, et, par conséquent, avant toute intervention du ferment extérieur. Cependant, tous les faits de ce genre n'ont pas, à beaucoup près, la même valeur à mes yeux, et quelques-uns me semblent pouvoir assez bien s'expliquer au moyen de la doctrine de M. Pasteur : ce sont ceux dans lesquels les malades ont eu des émissions involontaires d'urine, ont uriné, comme on dit, par regorgement. Dans ce cas, je conçois la pénétration du ferment spécial comme s'effectuant de proche en proche, depuis la fosse naviculaire

jusqu'au col vésical et, de là, dans l'intérieur du réservoir urinaire, à travers la colonne d'urine plus ou moins fragmentée contenue dans la longueur du canal de l'urèthre.

» Mais il y a des cas où la vessie n'a pas laissé échapper d'urine, la distension mécanique de son sphincter n'ayant pas été poussée assez loin, et où, par conséquent, mon explication n'est pas facilement admissible. En pareille circonstance, la présence du ferment étranger est bien peu vraisemblable, et nous sommes conduits à chercher, dans une réunion d'autres conditions causales, la raison de la métamorphose de l'urée en carbonate d'ammoniaque.

» M. Bouillaud a fait une remarque judicieuse : c'est que l'alcalescence spontanée de l'urine se produit de préférence chez les sujets atteints de maladies générales graves, dans lesquelles la sécrétion rénale est riche en urée ou bien présente des conditions d'une putréfaction commençante. Je regarde, en effet, comme vraisemblable que la densité de la solution du principe fermentescible est favorable à la production du phénomène chimique ou organico-chimique d'où résulte sa transformation ; et, d'autre part, je suis conduit à me demander si la présence d'une proportion exagérée de carbonate d'ammoniaque provenant du sang ne rendrait pas imminent, ou même ne suffirait pas à déterminer l'ébranlement moléculaire qui aboutit à la transformation de l'urée en carbonate d'ammoniaque. Dans ma pensée le carbonate d'ammoniaque préformé jouerait un rôle analogue à celui d'une parcelle d'acide tartrique droit qui, projetée dans une solution mixte d'acide tartrique dextrogyre et d'acide lévogyre, détermine la cristallisation de son semblable à l'exclusion de celui qui dévie la lumière dans un sens différent.

» Cependant une autre explication s'est depuis longtemps offerte à mon esprit et mérite, je crois, d'être prise en considération.

» Mon savant ami M. Verneuil a dit (Académie de Médecine, 20 janvier 1874) : « J'affirme aussi que ces urines (ammoniacales) examinées au » microscope ne sont pas normales et qu'elles contiennent toujours de » nombreux leucocytes qui, *peut-être,* jouent *quelque* rôle dans la production de l'alcalinité. » A mon tour, je viens définir ce rôle sur lequel mon opinion est fixée depuis 1848, époque à laquelle j'ai exposé devant la Société de Biologie, alors naissante et dépourvue de moyens de publicité, mes vues physiologiques sur les éléments figurés du pus et sur ceux des tumeurs malignes ou autres. Dès ce moment j'ai établi l'identité originelle des cellules, du tubercule et du cancer avec les éléments histologiques

normaux. J'ai en même temps déclaré que les globules de pus sont en majeure partie de jeunes cellules d'épithélium ou *néocytes*, séparées prématurément de la surface muqueuse ou de la membrane pyogénique en voie de formation, mais continuant pendant quelque temps à vivre aux dépens du milieu liquide où elles sont tombées.

» Or la vie obscure de ces organes élémentaires se résume dans la nutrition, et la nutrition suppose des échanges moléculaires. Je fus amené de la sorte à concevoir la probabilité d'une série de modifications qui seraient engendrées par les néocytes du pus dans les liquides au sein desquels s'achève leur courte existence.

» L'*acescence* si prompte des matières alimentaires, ainsi que la destruction partielle des substances médicamenteuses dans un estomac rempli de saburres, peut être attribuée à la présence des spores et autres germes apportés du dehors. J'ai cependant lieu de penser que les nombreuses cellules épithéliales prennent une part importante à la production de ces phénomènes. Il en est d'autres où l'intervention des éléments microscopiques normaux semble peu contestable. Ainsi, la transformation sur place, pendant son séjour dans les cavités bronchiques, d'un mucus opalin et visqueux en un muco-pus opaque et diffluent, s'explique naturellement, dans mon hypothèse, par la consommation de la matière protéique amorphe absorbée et assimilée par les néocytes, qui ont pris des contours plus nets et se sont chargés de fines granulations graisseuses. Les mêmes échanges nutritifs rendent compte, à mon avis, de la métamorphose de l'urée en carbonate d'ammoniaque au contact des globules du pus vésical.

» S'il m'était permis de conclure avant d'avoir soumis ces idées à une vérification expérimentale en règle, je dirais :

» De même que le ferment spécial, venu de l'extérieur, les néocytes du pus transforment l'urée en carbonate d'ammoniaque.

» Seulement la métamorphose est lente à s'effectuer, parce que le pouvoir catalytique de ces organes rudimentaires est très-inférieur à celui d'une espèce créée, dont la nutrition est plus active et qui peut se reproduire et multiplier indéfiniment.

» Et j'ajouterai en guise de corollaires :

» La manière d'agir des éléments histologiques embryonnaires sur les milieux liquides où ils nagent librement n'est pas différente au fond de celle qu'ils affectent à l'égard du suc nutritif, lorsqu'ils sont fixés dans les tissus dont ils font partie intégrante.

» La nutrition et la fermentation procèdent exactement de même et sont

des phénomènes entièrement assimilables. Dans les deux cas nous voyons des organites ou des organes se réparer et proliférer aux dépens d'un liquide nutritif, puisé dans le monde extérieur, ou dans l'organisme dont ils sont les éléments, et rejeter des produits qui tantôt s'appellent *alcool, acide acétique* ou *carbonate d'ammoniaque,* et tantôt *matière glycogène, graisse hépatique* ou *sécrétions.*

» La *sécrétion* n'est donc pas un travail étranger à la *nutrition,* c'est seulement un cas particulier du grand phénomène de l'assimilation et de la désassimilation, dans lequel la matière inutile à l'entretien des cellules, qui sont placées aux confins de l'organisme, est aussitôt expulsée par les émonctoires.

» La vie cellulaire est purement égoïste, si l'on peut ainsi parler. Les éléments histologiques se nourrissent : ils empruntent pour assimiler et rejettent le superflu, comme font les microphytes et les microzoaires, ni plus ni moins.

» Sans doute, ces échanges moléculaires, effectués par les éléments des tissus, profitent à l'organisme tout entier, en vertu des rapports harmoniques d'où résulte l'unité individuelle; mais, si notre esprit justement préoccupé de la finalité des phénomènes, peut concevoir des *fonctions,* les organes sécréteurs ne manifestent en réalité que des *actions* trophiques. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les organes tactiles des Rongeurs et des Insectivores.* Note de M. Jobert, présentée par M. Milne Edwards.

« Au mois d'août 1871 j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie des recherches anatomiques et physiologiques qui m'ont amené à considérer les ailes des Cheiroptères comme des organes de tact très-délicats, grâce à l'implantation, dans la membrane qui les constitue, de petits poils roides en connexion intime avec les nerfs si nombreux qui viennent se ramifier et se perdre dans cette portion de l'organisme.

» En continuant mes études, j'ai trouvé dans la queue des Muridés et des Soricidés des dispositions analogues, et ce sont les résultats de ces investigations, poursuivies au laboratoire des Hautes Études dirigé par M. Milne Edwards, que je viens exposer aujourd'hui à l'Académie.

» La queue des Muridés, improprement appelée *queue nue,* est pourvue de soies roides disposées en verticilles régulièrement espacés les uns des autres; sur une queue de rat albinos j'ai compté jusqu'à 208 de ces verticilles. Les soies sont implantées obliquement et émergent du té-

gument entre les écailles épidermiques dont cette partie du corps est recouverte, écailles qui sont formées par la réunion de cellules plates qu'il est facile de dissocier à l'aide de l'action des alcalis. Ces cellules sont analogues à celles qui forment la couche la plus superficielle de l'épiderme.

» Les soies caudales n'ont point l'apparence des poils qui revêtent les autres parties du tégument; très-aiguës, roides, étranglées à leur base, renflées dans leur portion médiane, elles ont la forme de longs fuseaux. Histologiquement, la substance corticale en est très-épaisse, la substance médullaire, peu abondante, ne monte pas au delà des deux tiers de la longueur totale de la soie; de plus, la surface extérieure du poil caudal est lisse, tandis que le poil de la région ventrale, par exemple, présente des nodosités, et sa substance médullaire arrive presque jusqu'à son extrémité. Si l'on dissèque avec précaution le tégument caudal, on voit à l'œil nu deux grosses branches nerveuses qui vont se ramifiant dans l'épaisseur de la peau; ces nerfs constituent le plexus caudal qui a été décrit par Cuvier. Si, à l'aide du microscope et de réactifs convenables, tels que l'acide osmique ou le chlorure d'or, on cherche à suivre le trajet des dernières ramifications de ce plexus, on voit que certaines branches vont se terminer sous forme de filaments très-ténus, dans la portion la plus superficielle du derme, immédiatement sous la couche muqueuse de l'épiderme; d'autres tubes nerveux, et ce sont les plus nombreux, se détachent des faisceaux et vont se mettre en connexion avec les follicules pileux en des points toujours déterminés et situés au-dessous des glandes sébacées. En cette région existe un anneau dermique où pénètrent les nerfs; les tubes nerveux se divisent, gardant leur myéline qu'ils ne tardent pas à perdre, et les cylindres-axes continuent seuls leurs routes se divisant eux-mêmes et affectant des directions d'abord rectilignes, puis sinueuses ensuite. J'ai pu, à l'aide des plus puissants objectifs de Nachet, voir que quelques-uns se terminaient sous la forme d'un petit renflement.

» Souvent, au moment de pénétrer dans la substance du collier, les tubes, en leur point de division, présentent un noyau granuleux qui mesure jusqu'à 7 millièmes de millimètre. Tous les poils de la queue sans exception présentent cette connexion avec les nerfs. J'ai pu compter sur une queue de Rat blanc le nombre de ces soies tactiles, en remarquant que leur nombre allait diminuant de la base vers la pointe de l'organe d'une façon régulière; le premier verticille possédait 51 poils, le dernier 14. En prenant la moyenne des verticilles extrêmes et la multipliant par le nombre total de ceux-ci, soit 208, je suis arrivé à un nombre total de 6760,

qui est certainement inférieur à la vérité, car je n'ai compté qu'à partir du point où la régularité était complète; il restait au-dessus de ce point un espace d'environ 4 centimètres carrés. J'ai compté en cette partie 448 poils par centimètre carré, ce qui ferait 8552 soies tactiles. En faisant des coupes en des points déterminés et comptant à l'aide du microscope, les résultats obtenus coïncident d'une façon presque précise avec ceux que donne le calcul. J'ai donc eu la preuve que le nombre des soies va diminuant, suivant une progression arithmétique. J'ai également pu observer les dispositions que je viens de décrire, chez un Insectivore : le *Sorex Leucodon*.

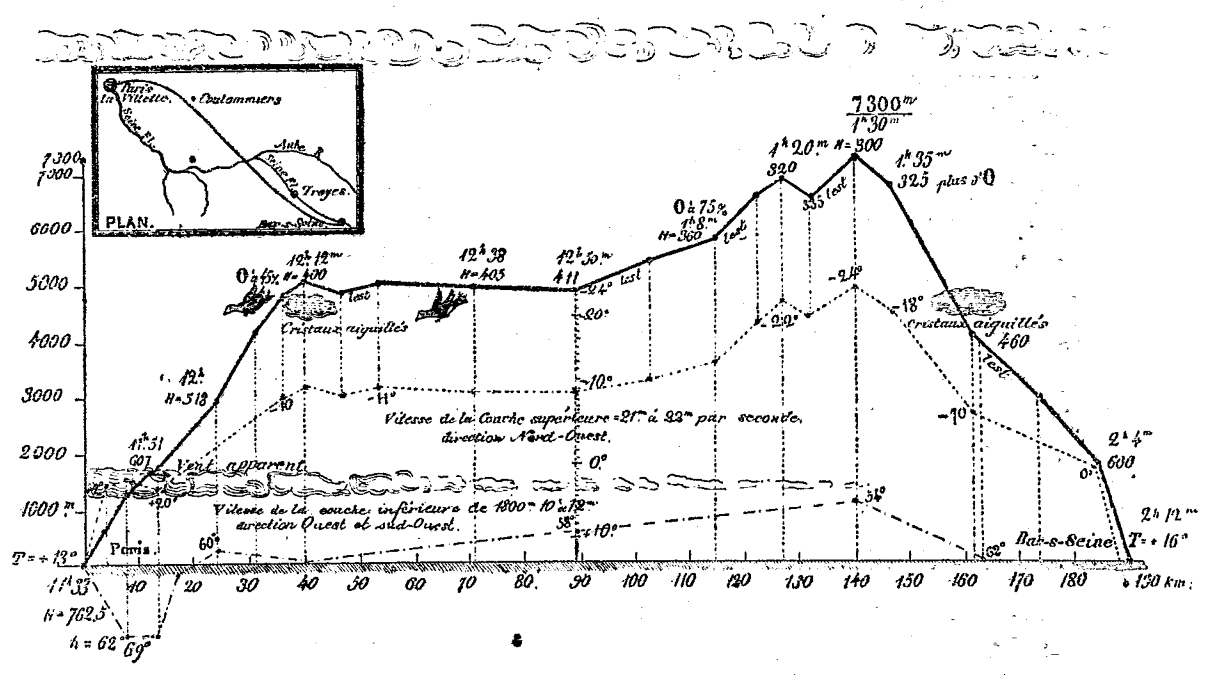
» La queue des animaux que je viens de nommer constitue donc un organe d'une sensibilité très-grande; l'observation directe montre, du reste, qu'un Rat privé de cet organe perd de son agilité; à l'état de liberté il a soin, s'il marche sur un terrain inexploré, de laisser traîner cette queue tactile qui doit lui être d'un secours réel, surtout dans les pérégrinations nocturnes.

» En terminant cette Communication, je constaterai, une fois de plus, que j'ai retrouvé, dans les poils tactiles de la queue des Muridés, l'organe terminal du follicule qui avait été décrit par Schöbl, en Allemagne, comme formé d'un enchevêtrement de tubes nerveux, opinion combattue par L. Stieda, le professeur de Dorpat, et par moi-même en France. Jamais cette pomme de pin, comme la dénomme Schöbl, n'a possédé la structure qu'il indique, et sur les poils de la queue du Rat on peut voir que c'est bien l'organe de la mue, le point où se développe le nouveau poil, comme l'a si bien constaté le savant anatomiste russe. Du reste, le dernier Mémoire de Schöbl publié en juin 1873, c'est-à-dire huit mois après le mien, ne peut que confirmer mes résultats. Cet auteur n'a pas jugé à propos d'y faire figurer ni mon nom ni celui de sir Lyonel Beale; il a du moins adopté des conclusions absolument semblables aux miennes, relativement à l'existence de l'anneau du follicule que j'avais décrit en février 1872; quant aux anses qu'il a figurées, je ne saurais ici encore être de son avis : les nerfs se terminent librement dans l'anneau, ils y arrivent non de deux côtés, mais de plusieurs, suivant les directions les plus diverses. »

AÉROSTATION. — *Ascension aérostatique exécutée le 22 mars 1874*. Note de MM. **J. Crocé-Spinelli** et **Sivel**, présentée par M. Janssen.

« Dans cette deuxième Note, nous avons l'intention de présenter les faits météorologiques saillants que nous avons observés.

» Nous emportions des baromètres, des thermomètres, des hygromètres, un appareil à faire le point et des feuilles de demandes de renseignements imprimées, destinées à être jetées de la nacelle. Ces instruments nous avaient déjà servi dans notre ascension du 26 avril 1873 (*Comptes rendus* du 16 juin 1873), faite en compagnie de MM. Jobert, Pénaud et Dr Pétard. Nous nous étions munis en outre d'un baromètre témoin, cacheté, fourni par M. Janssen, et d'un électroscope imaginé par M. Hervé Mangon.



» C'est avec tous les renseignements obtenus, soit pendant, soit après le voyage, que nous avons pu tracer le diagramme de l'ascension représentée dans la planche ci-jointe et qui contient presque toutes les indications importantes. Dans le profil, la ligne brisée en traits pleins est celle parcourue par l'aérostat, si l'on développe la projection horizontale figurée sur le plan; la ligne pointillée est la courbe thermométrique et la ligne en traits longs est la courbe hygrométrique.

» Partis de l'usine à gaz de la Villette à 11^h33^m, nous nous perdions, quatre minutes après, vers l'altitude de 1490 à 1500 mètres, dans une couche de nuages d'une épaisseur de 300 mètres environ, sur laquelle nous aperçûmes l'ombre du ballon sans auréole. Au-dessus de l'aérostat brillait alors un soleil un peu obscurci de temps en temps par de légers

cirrhus formant une nappe assez continue, à reflets un peu nacrés ou soyeux et dont l'élévation devait être, d'après notre estimation, de 9000 à 10000 mètres. A l'altitude maximum de 7300 mètres, ils paraissaient encore à 2000 mètres au-dessus de nous. Ces cirrhus, à travers lesquels la lumière se tamisait comme à travers un globe dépoli, ne cachèrent que deux ou trois fois, presque complétement et pour très-peu de temps, le disque du soleil. Ils furent la cause de petits mouvements oscillatoires en hauteur de l'aérostat, pendant que nous suivions entre 4800 et 5000 mètres une ligne horizontale pour faciliter nos observations. En effet, l'étoffe du ballon, très-absorbante de chaleur, à cause de sa couleur foncée, recevait tantôt les rayons d'un soleil brûlant qui nous rougissait la face, tantôt des rayons fort affaiblis. Ces oscillations très-nombreuses, qui ne sont pas indiquées sur le diagramme, forcèrent M. Sivel à jeter le lest par très-petites quantités à la fois. Il le jeta par sacs au moment où nous voulûmes monter plus haut. A l'altitude de 7300 mètres, il ne restait plus, de la provision de 380 kilogrammes que nous avions emportés, que 30 à 40 kilogrammes, qui furent épuisés vers 4000 mètres et qui ne produisirent qu'un très-faible ralentissement dans la vitesse de descente. Le ballon, au tiers gonflé, ne se soutenait guère que par le parachute qu'il formait; et, ce qui le prouve, c'est que les 80 kilogrammes de délestement de l'ancre et du guide-rope ne semblèrent pas ralentir la chute, et que le gaz ne put pas même, deux minutes après, soutenir l'enveloppe et le filet. Il est donc certain que, dans les ascensions à grande hauteur, le lieu de la descente ne peut être choisi, à moins d'avoir un matérial spécial, étudié et construit avec de très-grands soins, en employant des matériaux de choix.

» La couche inférieure de nuages ne resta compacte que jusqu'à midi, puis elle se troua de plus en plus et finit par se résoudre en petits amas floconneux par les intervalles desquels on apercevait très-distinctement le sol. L'air était d'une limpidité parfaite sans vapeurs diaphanes ni corpuscules capables d'arrêter le rayon visuel; ce qui explique que, contrairement aux affirmations ordinaires, on voyait aussi nettement les routes, comme tracées à la craie; les grands et moyens cours d'eau semblables à des rigoles de mercure étincelant au soleil; les bois, taches noirâtres aux contours bizarres; les villes, maculatures jaunâtres coupées de lignes à peine visibles qui étaient les rues, et même les différences de couleur des cultures.

» Mais il faut signaler en outre la présence de très-légers amas de cristaux de glace très-espacés rencontrés une première fois en montant vers

5000 mètres et une seconde fois en descendant à la même altitude. Nous aperçûmes, en effet, chaque fois, pendant trois à quatre minutes et au dessous du ballon, des cristaux aiguillés distants les uns des autres de 20 à 40 centimètres qui étincelaient vivement au Soleil à tel point que, malgré leur petitesse, ils semblaient très-visibles à 100 mètres. Nous n'en vîmes ni au-dessus ni autour de nous. Peut-être la réflexion des rayons solaires sur les facettes se produisait-elle de telle façon qu'ils ne pouvaient être vus qu'en dessous de nous. Il est certain que nous devions les traverser à la descente. Nous ne pûmes en tous cas recueillir ces cristaux dans les boîtes à glace qui nous avaient été fournies par M. Hureau de Villeneuve. Ajoutons que ces légers amas ne semblaient pas diminuer la netteté des lignes du sol.

» M. Sivel, qui s'était chargé des observations thermométriques et hygrométriques, constata que la température de $+13^\circ$ au départ décroissait rapidement jusque dans le nuage, où elle était zéro, pour remonter à $+2^\circ$ au-dessus de la couche de vapeur, soit par suite de l'effet des rayons réfléchis du Soleil, soit parce qu'on entrait très-visiblement dans une autre couche accusée par un vent apparent. Puis la température décrut progressivement et atteignit -22° à 7000 mètres, ce qui donne -24° pour l'altitude maximum de 7300 mètres, où la température ne put être observée.

» L'état hygrométrique fut donné par un hygromètre à cheveu. L'hygromètre à point de rosée, simplifié heureusement par M. Janssen et qui aurait donné des indications plus précises, dut être abandonné cependant pour ne pas nuire aux autres observations, parce que dans un air froid et très-sec il aurait fallu atteindre des baisses de température dans l'éther très-considérables. A terre l'hygromètre à cheveu marquait 62 degrés, chiffre correspondant à $+13^\circ$ et zéro donnés successivement par l'hygromètre à point de rosée; dans la traversée des nuages 69 degrés, puis ensuite, à part un nouveau ressaut dans les amas de cristaux, la sécheresse augmenta progressivement à tel point que l'instrument ne marquait plus que 54 degrés à 7300 mètres.

» Les observations électrométriques semblèrent prouver qu'il n'existait pas d'électricité dans l'atmosphère, mais, l'instrument ayant été construit à la hâte, il est bon de ne considérer ces indications *exactes* que sous toutes réserves.

» Bien que nous n'ayons pas eu le temps de prendre le point à l'aide de l'appareil de M. Pénaud, nous pûmes cependant nous rendre un compte exact de la vitesse et de la direction des courants qui nous emportaient,

soit par la reconnaissance sur le sol de quelques points remarquables, soit par la direction au départ et par celle du traînage, et surtout par les renseignements trouvés sur les lettres de demandes jetées de la nacelle et qui nous ont été renvoyées. Deux courants de vitesse et de direction différentes parcouraient la région de 7300 mètres que nous avons visitée. La première, de 1800 mètres, était limitée par le dessus du nuage, à peu de distance duquel la nacelle fut tout à coup agitée par un vent apparent. Elle avait, en moyenne, 9 à 12 mètres de vitesse à la seconde, et une direction à terre, variant entre ouest et ouest-sud-ouest, et dans les nuages franchement ouest. La couche supérieure, beaucoup plus épaisse, où nous ne constatâmes jamais de vents apparents, avait une direction entre le nord-ouest et le nord-nord-ouest. Elle était très-rapide et atteignait 21 à 22 mètres à la seconde. Les cirrhus du haut étaient certainement l'indice d'un troisième vent.

» Un fait à noter, c'est que le 23 mars, le lendemain de l'ascension, le vent à terre était nord-nord-ouest, le 24 nord, et le 25 nord-nord-est. Il semblerait donc que le vent qui soufflait dans les hautes couches avait dominé celui du bas. La vitesse moyenne du vent augmentait d'ailleurs chaque jour, et, à ces différentes dates, il donnait, aux anémomètres de l'Observatoire de Montsouris, $5^{km},9$, $6^{km},1$, $7^{km},4$ et $19^{km},4$ en moyenne par heure.

» Notre descente s'effectua à terre à $2^h,12$, sur un plateau dominant Bar-sur-Seine, et situé à $1\frac{1}{2}$ kilomètre de cette ville. Grâce aux frotteurs de M. Sivel, l'arrêt fut très-doux, et le traînage seulement de 150 mètres, malgré un vent assez violent qui déchira le ballon en plusieurs morceaux. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations à propos d'une Note de M. Moreau, sur l'application du physomètre à l'étude du rôle de la vessie natatoire.* Note de M. **Harting**.

« Dans une Communication récente, M. P. Moreau, en parlant de ma description du physomètre, instrument pouvant servir en premier lieu à l'étude du rôle de la vessie natatoire dans la vie des poissons, a dit que ce travail était inachevé. Je n'ai publié en effet, dans cette Notice, que le résultat de quelques-unes de mes recherches; elles concourent toutes à corroborer les vues de M. Moreau. L'instrument que j'emploie, plus sensible et plus exact que celui dont M. Moreau s'est servi, permet d'ap-

précier avec certitude des variations de volume du poisson de moins de 1 millimètre cube, et de trouver le volume de la vessie natatoire par un simple calcul, alors que celle-ci fait encore partie du poisson vivant. Pendant les deux années qui se sont écoulées depuis que ma Notice a paru, j'ai fait à l'aide de cet appareil un grand nombre de recherches sur diverses espèces de poissons d'eau douce. Jusqu'ici, n'ayant pas eu l'occasion de soumettre au même examen des poissons vivant dans la mer, et habitués à monter et à descendre dans l'eau sur des distances verticales infiniment plus grandes que les poissons d'eau douce, j'ai tardé à publier mes recherches ; toutefois, l'Académie étant maintenant saisie de ce sujet d'études, par la Communication de M. Moreau, elle me permettra de lui faire part des principaux résultats obtenus. Je ne les considère toutefois que comme préliminaires, et je crois qu'il faut éviter de les étendre par une généralisation prématurée à tous les poissons munis d'une vessie natatoire.

» Les causes principales des variations de volume de la vessie natatoire, et par suite, du corps du poisson lui-même, sont les suivantes :

» 1° *L'ascension et la descente dans l'eau par l'action des nageoires:* l'augmentation et la diminution de volume de la vessie natatoire est alors tout à fait passive, n'étant que l'effet des variations de pression que l'animal subit; c'est là la cause la plus générale, et elle domine pour ainsi dire toutes les autres.

» 2° *La sécrétion et l'absorption des gaz contenus dans la vessie,* et aussi, chez les poissons physostomes, leur évacuation par le conduit pneumatique.

» 3° *Les mouvements respiratoires.* L'influence que ces mouvements exercent ne se manifeste pas chez toutes les espèces de poissons. Je l'ai remarquée chez les *Perca fluviatilis, Eson lucius* et *Silurus glanis,* mais chez les *Cyprinus carpio, Abramis brama, Leuciscus rutilus, Tinca vulgaris,* et *Anguilla vulgaris,* cette influence est nulle. Elle se manifeste par de petites oscillations de haut en bas du niveau de la colonne d'eau dans le tube de jauge. Ces oscillations très-régulières et rhythmiques répondent exactement aux mouvements des opercules branchiaux. Un tracé de ces oscillations ressemble beaucoup à celui du pouls obtenu au moyen du sygmographe. Chaque oscillation se compose d'une ascension rapide et directe, et de trois oscillations plus petites pendant la descente.

» 4° *La compression active de la vessie natatoire par l'effet d'une contraction musculaire.* Je n'ai vu que très-rarement, chez quelques-uns des poissons

soumis à l'examen et maintenus dans une position fixe, un brusque abaissement du niveau de la colonne d'eau dans le tube de jauge. La diminution de volume de la vessie, indiquée par cet abaissement, était toujours très-petite; elle équivalait tout au plus à une diminution, qu'une descente de 3 à 4 centimètres par l'action des nageoires seules aurait pu produire.

» On peut donc conclure que le rôle actif de la vessie natatoire dans la descente et l'ascension dans l'eau est pour les poissons examinés à peu près nul.

» Mon dessein est de transporter bientôt le physomètre au bord de la mer, pour y poursuivre ces recherches sur d'autres espèces de poissons; il s'en trouvera peut-être qui fourniront sur l'action musculaire, sur les parois de la vessie natatoire, des indices plus manifestes que ceux que j'ai rencontrés chez les poissons d'eau douce, jusqu'ici seuls soumis à l'expérimentation. »

NAVIGATION. — *Sur un appareil signalant automatiquement la présence autour d'un navire des blocs de glace flottants ou icebergs.* Note de M. **R.-F. Michel**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le récent désastre du paquebot français *l'Europe*, que l'on attribue au choc d'un *iceberg* ou bloc de glace flottant, m'a fait rechercher un moyen sûr et efficace d'éviter à l'avenir de semblables accidents, dont les suites sont si déplorables. Dans cette saison de l'année, les blocs de glace commencent à descendre du pôle avec une grande vitesse, et les navires qui se rendent de France dans l'Amérique du Nord en rencontrent très-fréquemment pendant leurs traversées. Le jour, à moins d'un brouillard fort intense, ces *icebergs*, frappés par les rayons du soleil, se voient à des distances énormes ; dans ce cas, un navire à voiles, et à plus forte raison un steamer, peut les éviter avec la plus grande facilité. Mais, à la hauteur du banc de Terre-Neuve, où le brouillard est tellement intense que l'on est obligé de signaler sa propre présence par la cloche, la trompe et même le canon, afin d'éviter les collisions dans ces parages couverts d'une infinité de navires, de même que la nuit, on est obligé d'employer d'autres moyens pour reconnaître le voisinage de ces masses de glace, dont le volume atteint souvent plusieurs millions de mètres cubes.

» Pendant la pose du câble transatlantique français, nous en avons rencontré plusieurs, et nous avons reconnu expérimentalement que leur approche avait pour effet de faire baisser de plusieurs degrés la tempé-

rature de l'eau, et cela *dans un rayon fort étendu*. Le moyen de déceler, la nuit, la présence d'un de ces redoutables visiteurs est donc de mesurer fréquemment la température de l'eau dans laquelle on navigue : si elle est au-dessous de la température moyenne de l'eau de mer, qui est sensiblement constante, il y a des blocs de glace dans le voisinage, et l'on doit prendre des mesures urgentes pour les éviter. C'est du reste ce qui se pratique à bord des navires de la Compagnie générale transatlantique, au nombre des précautions infinies qu'elle prend pour assurer la sécurité parfaite de ses voyageurs, et, dans plusieurs traversées sur ses steamers, nous avons vu la nuit un homme, à la hauteur de la passerelle, puiser constamment de l'eau et en mesurer la température avec un thermomètre à mercure d'une assez grande sensibilité.

» Ce procédé trop primitif, nous proposons de le remplacer par l'emploi d'un petit appareil automatique, simple et fort peu coûteux, qui remplira exactement le même but, avec l'avantage d'être avertisseur. Il consiste essentiellement en un thermomètre métallique, renfermé dans une boîte convenable, suspendue ou fixée aux flancs du navire. Ce thermomètre est une hélice bimétallique, construite d'une façon particulière et toute nouvelle ; elle porte une petite tige qui se meut à droite ou à gauche, suivant que la température de cette hélice s'élève ou s'abaisse. Lorsque la température s'abaissera, la tige viendra buter contre une petite vis métallique, et fermera ainsi le courant d'un élément de pile voltaïque à travers une sonnerie électrique placée à portée de l'officier de quart. Cette hélice thermométrique, dont nous pouvons à volonté régler la sensibilité, sera montée de façon à être immédiatement impressionnée par le moindre abaissement de température. En outre, comme ses effets sont absolument uniformes et que la température de la mer est sensiblement constante, l'appareil une fois mis en place est indéfiniment réglé, et n'a plus besoin d'être touché. Dans la pratique, il suffit d'entretenir la pile à laquelle nous avons donné, du reste, une disposition hermétique particulière, et qui ne nécessite, tous les trois mois, que des soins tout à fait insignifiants. »

« M. Milne Edwards présente la troisième partie de l'ouvrage de M. *Alexandre Agassiz*, sur les Échinides, et, après avoir dit quelques mots de ce travail important, il ajoute :

« La mort de l'illustre père de ce savant distingué a profondément affligé l'Académie. M. *Louis Agassiz* était, pour la plupart des naturalistes fran-

çais, un ancien ami, presque un compatriote; tous admiraient sa vive intelligence, son dévouement sans réserve aux intérêts de la science, son profond savoir et la grandeur de ses conceptions; mais ceux qui avaient vécu dans son intimité avaient pu seuls apprécier les charmes de son esprit et la générosité de son caractère. En le perdant nous avons perdu un de nos confrères les plus estimés et les plus aimés. Ses ouvrages perpétueront son souvenir parmi les zoologistes et les géologues, qui devront souvent les citer; mais, pour le faire bien connaître de ceux qui ne l'ont pas approché, il faudrait le montrer tel qu'il a été aux diverses périodes de sa vie : investigateur toujours infatigable, luttant avec énergie contre les mille difficultés dont il était entouré au début de sa carrière; exerçant plus tard une grande et légitime influence sur une nation jeune, ardente et riche; usant ensuite de cette influence pour inspirer à ses compatriotes adoptifs l'amour de la science, et pour les doter d'établissements scientifiques en rapport avec la splendeur de leur avenir; enfin consacrant les dernières heures de son active et brillante existence à l'application et au développement d'un nouveau système de recherches destinées à nous révéler les secrets cachés au fond des océans. Mais ce n'est pas en quelques mots que l'on peut donner une idée complète de ce qu'a été Agassiz; il nous faudrait sa biographie, et j'ai appris avec satisfaction que son fils se propose de nous la donner. M. Alexandre Agassiz s'est déjà mis à l'œuvre pour réunir les matériaux nécessaires à l'accomplissement de sa tâche, et, afin d'être bien renseigné sur une multitude de points dont il n'a pu avoir qu'une connaissance imparfaite, il m'a prié de demander à tous les anciens correspondants de ce savant illustre copie de ses lettres. Déjà un certain nombre de ces autographes sont entre les mains d'un de ses amis de Paris, qui s'est chargé de les faire transcrire, et je saisis avec empressement cette occasion pour faire appel à tous les savants qui peuvent avoir conservé des lettres de notre regretté confrère et qui voudraient bien contribuer à la réalisation du louable projet de l'héritier de son nom. »

M. **Bouley**, en faisant hommage à l'Académie, au nom de M. *Bourrel*, vétérinaire à Paris, d'un Mémoire imprimé, ayant pour titre : *Traité complet de la rage chez le chien et chez le chat; moyen de s'en préserver*, s'exprime comme il suit :

« Le moyen de se *préserver de la rage*, que ce Mémoire a pour but principal de faire connaître et de propager, consiste dans l'émoussement des dents incisives et des canines du chien, à l'aide de cisailles et de limes.

M. Bourrel s'est inspiré, pour recourir à ce moyen préventif, de la connaissance de ce fait que les morsures des herbivores enragés sont bien moins dangereuses, d'une manière générale, au point de vue de l'inoculation, que celles des carnivores, parce que leurs dents à couronnes plates écrasent les tissus, les meurtrissent, mais n'y pénètrent pas, et que, grâce à ces conditions spéciales, les chances sont considérablement réduites de l'absorption des liquides dont ces dents peuvent être imprégnées au moment de la morsure. M. Bourrel s'est demandé si, en donnant *artificiellement* aux dents du chien une forme qui se rapprochât de celle des dents des herbivores, on ne réaliserait pas ainsi la condition pour que les morsures faites par cet animal fussent moins dangereuses ou cessassent même de l'être, quoique la salive fût virulente. M. Bourrel ne s'est pas contenté de formuler le problème, il a fait, pour le résoudre, des expériences très-courageuses, qui prouvent combien est sincère la foi qui l'anime.

» Sur trois chiens en plein accès de rage, M. Bourrel a osé pratiquer l'opération de l'émoussement des dents, opération redoutable, et dans ses préliminaires, et dans ses différents temps, au point de vue des inoculations que l'on encourt. Cela fait, six chiens d'expériences ont été livrés à ces enragés, qui se sont jetés sur eux et les ont mordus avec fureur, mais sans que, sur aucun, la peau ait été entamée. Ces chiens d'expériences furent surveillés pendant six mois, et sur aucun d'eux la rage ne se déclara.

» Mais ce n'est pas tout : M. Bourrel, convaincu que la dent émoussée du chien ne saurait pénétrer à travers un vêtement, poussa sa conviction dans l'efficacité du moyen jusqu'à livrer sa main revêtue d'un gant à l'un des chiens enragés dont il vient d'être parlé :

« Lorsque, dit-il, il se décida à la lâcher, le gant était intact, la morsure n'avait produit qu'une forte pression.

» Cette expérience, répétée sur des chiens non enragés à qui j'ai donné à mordre ma main nue, m'a prouvé que la dent émoussée ne peut que rarement, quelque grande que soit la contraction des muscles de la mâchoire, entamer l'épiderme des animaux dont le poil amortit forcément la pression reçue, et très-exceptionnellement celui de l'homme. »

» Ce sont là, on le voit, de courageuses expériences et dignes de tous les éloges. Il y a douze ans, maintenant, que M. Bourrel a commencé à préconiser le procédé préventif dont je viens de rendre compte, et depuis lors il n'a pas discontinué ses efforts pour en généraliser le plus possible l'application. Ce moyen est bon; il procède d'une idée juste, et les expériences faites témoignent de son efficacité. Il est certain, par exemple, que, si tous les chiens avaient les dents émoussées, les dangers des inoculations

par les morsures seraient nuls, pour l'homme, toutes les fois que ces morsures seraient faites sur des parties couvertes de vêtements, et qu'ils se trouveraient de beaucoup diminués, même pour les morsures faites sur la peau nue. L'émoussement des dents constitue donc une mesure véritablement préventive; mais il faut prévoir que, dans l'application, cette mesure rencontrera de grandes résistances, dont la moindre, à coup sûr, ne sera pas celle qui s'appuiera sur le sentiment affectueux des possesseurs de chiens pour leurs animaux. Beaucoup de personnes se refuseront à laisser abîmer par les cisailles et la lime les belles mâchoires fleurdelisées qui sont un des ornements des jeunes chiens; et cette résistance ne sera pas facile à surmonter.

» Mais, quoi qu'il doive advenir, au point de vue de l'application pratique, du *moyen de se préserver de la rage*, que M. Bourrel propose et que, pour sa part, il propage le plus possible, j'ai pensé qu'il était utile de le faire connaître à l'Académie, afin de lui donner la plus grande publicité possible. Cette Communication sera pour M. Bourrel tout à la fois et un encouragement et une récompense. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 avril 1874.

(suite.)

Étude d'un système de rayons; par M. L. Painvin. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Extrait du *Journal de Mathématiques pures et appliquées.*) (Ces trois ouvrages sont présentés par M. Chasles.)

The great pyramid and the royal Society (*London*); *by* Piazzi-Smyth. London, W. Isbister and C°, 1874; br. in-8°.

On the nature and physiological action of the poison of Naja tripudians *and other indian venomous snakes* (part II); *by* T. Lauder-Brunton *and* J. Fayer. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Records of the geological Survey of India; vol. VI, part 1, 3, 4, 1873. Calcutta, 1873; 3 br. in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India; vol. X, part I, Calcutta, 1873; in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India : Palæontologia indica; vol. I, liv. 1; vol. IV, liv. 3, 4. Calcutta, 1873; 3 br. in-4°.

Determinazione telegrafica della differenza di longitudine fra gli Osservatori di Napoli e Palermo, dalle osservazioni di P. TACCHINI *e* A. NOBILE. Napoli, stamp. del Fibreno, 1874; in-4°.

Sulle funzioni delle radici delle piante; per Fr.-P.-C. SIRAGUSA. Palermo, F. Giliberti, 1874; br. in-12.

Dr A. BIRELLI. *Ai clinici d'Italia. Di un nuovo mezzo terapeutico nel cholera morbus.* Randazzo, 1873; opuscule in-8°.

Sulle variazioni non periodiche della pressione atmosferica. Memoria del prof. Dom. RAGONA. Roma, Stamperia reale, 1874; in-fol.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 AVRIL 1874.

Histoire naturelle des Punaises de France; par E. MULSANT *et* Cl. REY : *Réduvides-Émésides.* Paris, Deyrolle fils, 1873; in-8°.

Histoire naturelle des Coléoptères de France; par E. MULSANT *et* Cl. REY : *Brévipennes* (*Aléochariens*), suite. Paris, Deyrolle, 1873; 1 vol. in-8°.

Histoire naturelle des Oiseaux-Mouches ou Colibris constituant la famille des Trochilidés; par E. MULSANT *et feu* Ed. VERREAUX; t. Ier, 2e liv. Paris, Deyrolle, 1874; in-4°.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie et de la Marine; t. I, 4e liv., texte. Paris, G. Chamerot, 1873; in-8°, avec atlas in-folio.

Ministère de la Marine et des Colonies. Aide-mémoire d'Artillerie navale, texte; 3e liv., 1873. Paris, G. Chamerot, 1873; in-8°. (Ces deux dernières publications sont présentées par M. Dupuy de Lôme.)

Traité d'Algèbre élémentaire; par V. FALISSE *et* G. GRAINDORGE; 1re et 2e parties. Mons, H. Manceaux; Liége, J. Desoer, 1873-1874; 2 vol. in-8°.

L'Observatoire de l'Infant don Luiz à Lisbonne; par J. GRAINDORGE. Liége, imp. Desoer, 1872; br. in-8°.

Problème de Mécanique; par J. GRAINDORGE. Liége, imp. Desoer, sans date; br. in-8°.

Note sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre; par J. GRAINDORGE. Paris, Gauthier-Villars, 1872; opuscule in-4°.

Sur la sommation de quelques séries, et sur quelques intégrales définies nouvelles; par J. GRAINDORGE. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

(Tous ces ouvrages sont présentés par M. Hermite.)

Contribution à l'étude des épidémies cholériques 1866-1873. *Notes lues à la Société médicale des hôpitaux pendant les mois de septembre, octobre, novembre et décembre* 1873; *par* le Dr Er. BESNIER. Paris, typ. F. Malteste et Cie, 1874; in-8°.

Comptes rendus de la Commission des maladies régnantes, faits à la Société médicale des hôpitaux de Paris; par le Dr Er. BESNIER; VIIe fascicule, année 1873. Paris, typ. F. MALTESTE, 1874; in-8°.

Traité complet de la rage chez le chien et chez le chat, moyen de s'en préserver; par M. J. BOURREL. Paris, G. Barba et P. Asselin, 1874; in-8°. (Présenté par M. Bouley au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Du rôle de l'estomac et du pylore dans la digestion et la formation du sang; par le Dr L. DE SÉRÉ; 4e édition. Paris, A. DELAHAYE, 1874; in-8°. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

Diagnostic des signes de la mort et de la vérification des décès à Paris; par M. le Dr L. DE SÉRÉ; 2e édition. Paris, A. Delahaye, 1874; br. in-8°.

Rapport sur les travaux du Congrès international des Météorologistes réunis à Vienne, du 2 *au* 16 *septembre* 1873; *Procès verbaux et Annexes.* Vienne, Imp. impériale, 1874; in-8°.

Navigation aérienne sérieuse mise à la portée de tous; par VAUSSIN-CHARDANNE. Imp. Coutry et Puyforcat, 1873; br. in-8°.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1870-1873. Amsterdam, Van der Post, 1870-1873; 5 vol. in-4°.

(A suivre.)

N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 Avril 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 15.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 16 (20 Avril 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AVRIL 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Lettre relative à un calcul de Pouillet sur le refroidissement de la masse solaire;* par M. FAYE.

« Depuis mon départ, je me suis vivement préoccupé des arguments que plusieurs auteurs ont voulu récemment tirer d'un calcul de Pouillet en faveur de l'idée que le Soleil doit emprunter à quelque cause extérieure le principal aliment de sa radiation. Les uns ont pensé à la chute des comètes, ou des aérolithes, ou des étoiles filantes; d'autres à la matière cosmique éparse, qui paraît constituer la lumière zodiacale; d'autres enfin à une immense atmosphère d'oxygène qui alimenterait la combustion. Sans entrer de nouveau dans la discussion de ces hypothèses ingénieuses, je me propose d'examiner ici la véritable portée du calcul de Pouillet, et de faire voir qu'il y manque un élément essentiel dont la connaissance est due à la Théorie mécanique de la chaleur. On s'explique aisément que Pouillet n'en ait pas tenu compte, puisque son beau Mémoire a précédé de deux ans les premiers travaux des fondateurs de la Thermodynamique. Il est facile aujourd'hui de compléter ses calculs sur ce point.

» Lorsque notre célèbre confrère eut démontré, par ses expériences sur la radiation du Soleil, que chaque mètre carré de la surface de cet astre

rayonne l'énorme quantité de 13 578 calories par seconde, il vit bien qu'on n'en pouvait conclure l'abaissement thermométrique correspondant, sans faire tout d'abord une hypothèse sur la manière dont ce refroidissement se distribue dans la masse interne. S'il a supposé une conductibilité intérieure parfaite, c'était pour avoir l'occasion de fixer les idées sur la suite du calcul plutôt que pour présenter un résultat sérieux, car une telle conductibilité n'existe pas dans la nature. Depuis cette époque, l'étude directe de la constitution mécanique du Soleil a montré que la masse entière de cet astre, ou du moins la plus grande partie de la masse doit participer largement à la radiation superficielle, non par la voie très-restreinte de la conductibilité, mais par suite de l'échange perpétuel des courants ascendants et descendants qui règlent l'alimentation de la photosphère. Si donc, avec Pouillet, on laisse indéterminée la chaleur spécifique de cette masse qui nous est totalement inconnue, son calcul peut être présenté comme il suit.

» Puisque la donnée expérimentale est la perte en calories par chaque mètre carré de la surface, considérons un élément pyramidal de la masse solaire ayant pour base ce mètre carré et ayant son sommet au centre. Soient, en outre, R le rayon en mètres, D la densité moyenne, x la capacité moyenne pour la chaleur, θ le refroidissement annuel en degrés, et α la durée de l'année en secondes. Le volume de cette pyramide élémentaire, exprimée en décimètres cubes, sera $1000 \times \frac{1}{3}\mathrm{R}$, et sa perte en calories $1000 \times \frac{1}{3}\mathrm{RD} \times \frac{\theta x}{\alpha}$. De là l'équation

$$1000 \times \tfrac{1}{3}\mathrm{RD}\frac{\theta x}{\alpha} = 13578,$$

ou, pour prendre la forme adoptée par Pouillet,

$$\theta x = \frac{13578 \times 3 \times \alpha}{1000\mathrm{RD}}.$$

» En faisant

$$\alpha = 365{,}242 \times 86400, \quad \mathrm{R} = 108{,}35 \times 6378000^{\mathrm{m}}, \quad \mathrm{D} = 1{,}4,$$

on aura

$$\theta x = 1^{\mathrm{cal}}{,}33.$$

Pouillet a trouvé

$$\theta x = \frac{4}{3},$$

ce qui est la même chose.

» Ici se présente une grave difficulté. Quelle valeur doit-on attribuer à x? Quelle peut être la capacité moyenne de la masse solaire pour la chaleur? Nous n'en savons guère plus que Pouillet lui-même. L'analyse spectrale nous donne bien à penser que la masse du Soleil est actuellement composée en grande partie de matières métalliques dont la chaleur spécifique est très-faible à l'état ordinaire; mais cette chaleur spécifique s'élève avec la température : déjà pour le platine elle va de 0,03 (entre zéro et 100 degrés) à 0,93 (entre zéro et 1200 degrés). Quand il s'agit de la température qui règne à l'intérieur du Soleil, il est véritablement impossible d'imaginer ce que peut être cet élément, surtout pour des gaz et des vapeurs à la densité moyenne de 1,4, et les résultats qu'on peut tirer de la formule de Pouillet, en y mettant pour x les valeurs trouvées par nos physiciens aux températures si restreintes où ils ont pu opérer, me semblent tout à fait illusoires. Pouillet ne s'y est pas trompé : s'il a fait $x = 133$, c'était uniquement pour aboutir à un résultat facile à énoncer, à savoir, un refroidissement séculaire de 1 degré. En faisant $x = \frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{10}$, on obtiendra évidemment un nombre beaucoup plus grand, quelque chose comme 21 000 ou 53 000 degrés en quarante siècles, c'est-à-dire un résultat qui inquiète l'imagination et conduit à l'idée qu'une telle perte de température doit être réparée par quelque cause externe.

» Je n'ai rien à objecter à ces suppositions; si rien ne justifie ces valeurs attribuées à x, on ne saurait non plus les repousser absolument; mais ce qui ôte à ces calculs toute portée sérieuse, c'est que l'équation elle-même est inadmissible.

» Aujourd'hui Pouillet n'écrirait plus

$$Q = \theta x,$$

en désignant par Q une quantité de chaleur perdue par le refroidissement θ, ou gagnée par l'échauffement θ, mais bien

$$Q = k\theta + A\int d\lambda + A\int p\,dv,$$

en désignant, suivant les symboles vulgarisés par notre savant Correspondant M. Hirn, la capacité absolue par k, le travail élémentaire interne par $d\lambda$, le travail élémentaire extérieur par $p\,dv$, et l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur par A. Et s'il avait voulu fondre en un seul les deux premiers termes, de manière à employer la capacité apparente x pour une température déterminée, il mettrait cette température en évidence en

remplaçant θ par $t'-t$, et écrirait

$$Q = (t'-t)x + A\int p\,dv,$$

ce qui est bien différent de $Q = \theta x$.

» Dans la Physique terrestre et la Mécanique usuelle, l'intégrale définie qui constitue le dernier terme exprime la quantité de chaleur employée pour vaincre une pression extérieure et faire monter, par exemple, un piston pressant sur le corps échauffé. Ici c'est le poids propre de la matière de l'astre qu'il s'agit de vaincre en soulevant cette matière et en l'éloignant, par voie de dilatation, du centre d'attraction; mais, au fond, c'est un phénomène équivalent qui revêt la même forme analytique. Il y a longtemps que M. Helmholtz et sir W. Thomson ont fait remarquer la nécessité de tenir compte de cette action dans la question qui nous occupe; car, si pour élever annuellement la température de cette masse de $t'-t$ il faut, aux calories exprimées par $x(t'-t)$, ajouter celles qui sont exprimées par $A\int p\,dv$ et qui représentent la chaleur absorbée par le travail de dilatation, de même il faudra, pour abaisser cette température de $t'-t$, tenir compte de la restitution de chaleur due à ce même terme et produite par le travail inverse de la contraction. C'est cette vérité, familière à tous ceux qui s'occupent de Thermodynamique, que j'ai voulu exprimer moi-même par les lignes suivantes :

« Il convient d'ajouter que la force vive dont cet amas de matière était primitivement capable est loin d'avoir été entièrement transformée en chaleur. En se refroidissant le Soleil se contracte, ses matériaux se rapprochent du centre, et cette chute continuelle, si faible qu'elle paraisse, donne lieu à une nouvelle transformation de travail en calories très-considérable et peut-être même capable de subvenir, en grande partie, à la dépense actuelle ; mais ces calculs ne sauraient être faits avec quelque rigueur, faute de connaître la loi des densités à l'intérieur du Soleil et celle de la contraction. » (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1873.)

» M. Helmholtz, d'après quelques essais numériques dont je ne connais que le résultat par une citation de sir W. Thomson, aurait évalué l'effet de la contraction actuellement possible à vingt millions d'années de la dépense actuelle du Soleil. M. Maxwell Hall a, je crois, tenté de calculer plus directement ce terme en supposant la densité du Soleil uniforme dans toute l'étendue de la masse. En y réfléchissant, je crois qu'on peut se faire une idée assez nette du phénomène à l'aide de lois suffisamment approchées sur la densité et la contraction.

» D'abord la densité. Nous avons toute raison de croire que les couches

externes du Soleil sont à l'état gazeux. En nous révélant la nature chimique et le peu de densité de la chromosphère, l'analyse spectrale nous donne à penser que l'extrême densité superficielle de la photosphère doit être au plus de l'ordre du millième de la densité moyenne 1,4. Je la supposerai donc négligeable et je représenterai la variation des densités des couches successives par la formule très-simple $m\left(1-\frac{\rho}{R}\right)$, la variable ρ désignant le rayon d'une couche quelconque, R le rayon de la photosphère et m un coefficient à déterminer de manière que la densité moyenne soit $D = 1,4$.

» Or la masse d'une couche sphérique de rayon ρ et d'épaisseur $d\rho$ étant

$$4\pi\rho^2 d\rho \times m\left(1-\frac{\rho}{R}\right),$$

celle d'une sphère de rayon ρ sera

$$4\pi m\left(\frac{1}{3}\rho^3 - \frac{1}{4}\frac{\rho^4}{R}\right),$$

et celle d'une sphère de rayon R sera

$$\frac{1}{3}\pi m R^3.$$

Il suffira donc de faire $m = 4D$, et nous aurons une loi de densité, non pas exacte, mais passablement approchée, en écrivant $4D\left(1-\frac{\rho}{R}\right)$. Elle donne zéro à la surface, D en moyenne et 4D au centre. Pour l'intensité de la gravité à la distance ρ, cette loi conduit à l'expression

$$\left(4\frac{\rho}{R} - 3\frac{\rho^2}{R^2}\right)G,$$

G désignant la gravité à la surface externe.

» En second lieu, la loi de contraction. J'ai fait voir, dans mon étude de la constitution physique du Soleil, que le mode d'entretien de la photosphère et la nature de ses mouvements conduisent à assigner un état de fluidité gazeuse plus ou moins complet à la masse presque entière du Soleil. Si, d'autre part, on considère les mouvements intérieurs qui tendent à propager jusque vers les couches centrales l'effet de la radiation superficielle, on pourra admettre que le Soleil se contracte à peu près, par l'effet du refroidissement, comme un corps gazeux continu dont toutes les couches éprouveraient le même abaissement de température. Si donc on représente par C la contraction linéaire totale pour un abaissement annuel

de température $t'-t$, la contraction d'une sphère intérieure de rayon ρ pourra être approximativement représentée par $C\frac{\rho}{R}$ par an.

» Cela posé, reprenons la pyramide précédente dont la base de 1 mètre carré rayonne 13578 calories par seconde, et isolons-y une couche de rayon ρ et d'épaisseur $d\rho$. Son volume en décimètres cubes sera $1000\frac{\rho^2}{R^2}d\rho$; sa densité sera $4D\left(1-\frac{\rho}{R}\right)$; la gravité y sera $G\left(4\frac{\rho}{R}-3\frac{\rho^2}{R^2}\right)$; l'espace parcouru en vertu de la contraction aura pour expression $C\frac{\rho}{R}$ par an, ou $\frac{C}{\alpha}\frac{\rho}{R}$ par seconde. Par suite l'intégrale $A\int p\,dv$ sera celle du produit

$$\frac{1}{425}\times 1000\frac{\rho^2}{R^2}d\rho\times 4D\left(1-\frac{\rho}{R}\right)\times\frac{G}{g}\left(4\frac{\rho}{R}-3\frac{\rho^2}{R^2}\right)\times\frac{C}{\alpha}\frac{\rho}{R},$$

prise de $\rho=0$ à $\rho=R$, ce qui donne

$$\frac{1000}{425}\times\frac{52}{210}\times RD\frac{G}{g}\frac{C}{\alpha},$$

en sorte que l'équation de Pouillet devient

$$x(t'-t)=\frac{13578\times 3\times\alpha}{1000\,RD}-\frac{1}{425}\frac{156}{210}\frac{G}{g}C.$$

Si l'on remplace R, D, α par leurs valeurs et $\frac{G}{g}$, rapport des gravités solaire et terrestre, par 27,63, on trouve

$$x(t'-t)=1^c,33-0^c,0483\,C,$$

C, ou la contraction annuelle, étant naturellement exprimée en mètres.

» Comme cette équation est complète, nous pourrons l'appliquer au passé comme au présent, en donnant à la quantité C un sens plus étendu. Elle montre qu'à une époque antérieure à la formation du système planétaire la contraction, due alors à l'action de la gravité, a pu prendre des valeurs considérables, de manière à rendre $t'-t$ négatif, en sorte qu'à cette époque la masse solaire s'échauffait par contraction. Aujourd'hui que ce phénomène est réglé par un refroidissement effectif, le second terme doit être inférieur au premier, mais peut le compenser en grande partie. Ainsi, pour que la température du Soleil s'abaisse progressivement, il suffit que la contraction annuelle soit au-dessous de $\frac{1,33}{0,0483}$, c'est-à-dire au-dessous de $27^m,6$ par an. Son effet, sur le demi-diamètre apparent de l'astre, serait

annuellement au-dessous de $960'' \times \frac{27,6}{R}$ ou de $0'',4$ en dix mille ans, variation absolument insensible pour nous (1).

» Ainsi les calculs de Pouillet sur le refroidissement de la masse solaire supposent tacitement que cette masse n'est pas susceptible de contraction, condition évidemment inacceptable. Si cette masse se contracte, même d'une quantité insensible pour nous (moins de 28 mètres par an), l'effet thermique qui en résulte doit compenser en grande partie celui de la radiation extérieure, état de chose qui durera tant que l'alimentation de la photosphère s'opérera aux dépens des couches centrales; et, si l'on accorde que les lois ci-dessus, admises pour les densités et la contraction, peuvent s'écarter très-sensiblement de la vérité, il est aisé du moins de s'assurer qu'en variant beaucoup les hypothèses les mêmes conclusions subsisteront (2).

» Je rappellerai à l'Académie que ce sont mes anciennes discussions de l'hypothèse de Mayer et de celle de sir W. Thomson qui ont établi, pour la première fois, que la radiation solaire n'est pas alimentée par les causes externes alors indiquées. Nous voyons ici qu'une cause externe quelconque d'alimentation serait bien superflue. Il ne faut donc pas chercher ailleurs que dans la formation même du Soleil, dans l'énormité de sa masse et dans le mode d'entretien de sa photosphère, la cause de la radiation actuelle si merveilleuse de constance et d'intensité. »

---

(1) Je rappellerai à ce sujet un petit calcul analogue qu'on a fait autrefois afin de prouver que l'accession de matières étrangères, tombant à la surface du Soleil pour entretenir sa radiation actuelle, n'en augmenterait pas sensiblement le diamètre apparent. On a fait ce calcul en attribuant à ces matériaux la densité moyenne des aérolithes, sans songer que, par l'énorme chaleur due à leur chute, ces matériaux seraient vaporisés et dissociés et qu'ils prendraient une densité plusieurs milliers de fois moindre.

(2) Par exemple, si l'on prend l'hypothèse d'une densité uniforme, comme M. Maxwell Hall, on trouve pour l'équation de Pouillet

$$(t'-t)x = 1,33 - 0,039C.$$

Cette lettre ayant été rédigée en voyage, je demande quelque indulgence pour les inexactitudes que j'aurai pu commettre sur des nombres cités de souvenir.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations relatives à une Communication de M.* Crocé-Spinelli, *sur les bandes de la vapeur d'eau dans le spectre solaire.* Lettre du P. Secchi à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 16 avril 1874.

» Dans les *Comptes rendus* du 6 avril 1874, page 947, M. Crocé-Spinelli m'attribue une opinion qui, selon lui, serait fausse d'après ses observations. Je dois d'abord rectifier l'énoncé de l'opinion qui m'est attribuée. M. Crocé-Spinelli s'exprime ainsi : « Suivant le P. Secchi..., qui admet la » vapeur d'eau dans le Soleil, les bandes (spectroscopiques) devraient per- » sister. » Sous cette forme, la proposition est inexacte. L'idée que j'ai énoncée d'après mes observations se réduit aux termes suivants : « Dans » les taches solaires se manifestent souvent des bandes à persienne, qui » sont coïncidentes avec celles attribuées à la vapeur d'eau. » J'ai constaté cela en observant les bandes qui se développent parfois lors du passage des cirrus devant le Soleil. J'en ai conclu que dans les taches il pouvait y avoir de la vapeur d'eau. Cette proposition est donc bornée, très-bornée, et je n'ai nullement affirmé que, dans le spectre solaire en général, on pût voir les raies de la vapeur d'eau. Au contraire, j'ai positivement dit qu'on ne les voit pas en plein Soleil, et j'ai été un des premiers à faire des expériences directes pour prouver que les bandes en question n'appartiennent pas à l'atmosphère terrestre en général, mais à la vapeur d'eau en particulier. De plus, d'après mes idées sur la haute température solaire, la combinaison des deux gaz qui forment l'eau devrait se dissocier; cela n'empêcherait pas cependant que, dans le courant ascendant qui règne en général sur les taches et dans les éruptions, cette combinaison pût se former par suite de l'abaissement de température dû à la dilatation des gaz en éruption : toutefois cette combinaison se dissocierait bien vite.

» Telle est mon opinion. Voyons maintenant si les observations de M. Crocé-Spinelli peuvent l'infirmer. Ce savant n'a sans doute pas observé les taches solaires en ballon, pas plus qu'on n'a jamais observé les spectres stellaires à bord des navires. Alors nous sommes en dehors de la question; sur le Soleil en général, je n'ai jamais affirmé l'existence des raies de la vapeur d'eau; d'autre part, M. Crocé-Spinelli nous assure qu'il ne pouvait pas observer le Soleil (page 947, ligne 3 en remontant) directement, mais seulement à une distance angulaire de 5 à 7 degrés. A une grande élévation, on devait naturellement perdre de vue les bandes de la vapeur d'eau, comme on cesse de les voir dans nos climats, même sans quitter le sol, par

des jours très-secs et de tramontane. J'avais apporté cette observation comme preuve que ces bandes étaient dues exclusivement à la vapeur d'eau, alors qu'on en discutait l'origine.

» En résumé, je crois avoir rectifié l'opinion qui m'est attribuée et prouvé suffisamment ce que j'avais avancé.

» Je ferai encore une autre rectification. D'après M. Faye, à la page 935, j'admettrais que « des jets, bien dirigés avec ces vapeurs métalliques, refroi- » dies et *scorifiées* sur la photosphère, la défoncent de quelques centaines de » lieues en profondeur, et se *maintiennent au fond de ces trous* pendant des » semaines ou des mois à l'*état froid*, opaque et *noir*, malgré les 5 000 000 » ou les 169 000 degrés de température qu'on assigne à ce milieu. » Sans rien dire de la forme de cette exposition, je ferai remarquer seulement que je n'ai jamais parlé de *gaz scorifiés*, ni de masses *froides, noires* et opaques se maintenant au fond des trous.

» Je m'abstiendrai de réfutations inutiles; j'ai tant de fois donné ces explications que je craindrais de fatiguer l'Académie en les répétant. Au lieu d'exposer mes opinions d'une manière inexacte, j'aurais préféré que M. Faye eût fait connaître les points prêtant *matière à des analogies qui supportent difficilement un instant de réflexion* (1). En effet, dans ma Communication du 2 mars, dont il s'agit, j'ai évité à dessein toute théorie, et je me suis contenté de rapporter des observations et des faits. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Dixième Mémoire sur la formation de diverses substances cristallisées dans les espaces capillaires;* par M. BECQUEREL. (Extrait.)

« Dans mes précédents Mémoires sur les phénomènes électrocapillaires, j'ai exposé comment s'opérait la réduction des métaux dans les fissures et les membranes poreuses séparant une dissolution métallique d'une autre de monosulfure alcalin, ainsi que la formation de diverses substances cristallisées semblables à celles que l'on trouve dans la nature. Les métaux réduits et les composés formés s'étendent ensuite sur les parois extérieures ou intérieures des surfaces, selon la nature des dissolutions. J'ai cherché quels étaient les premiers rudiments de ces substances formées dans les pores; à cet effet, j'ai pris des cloisons séparatrices en collodion, solubles dans un mélange d'éther et d'alcool et qui avaient déjà servi à notre confrère M. Dumas pour étudier la fermentation. Le collodion étant enlevé, il ne

(1) Page 935, ligne 19.

restait plus que les cristaux formés dans les espaces capillaires. Les résultats ont été des plus satisfaisants.

» Je rappellerai d'abord à l'Académie que dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 30 novembre 1868 (voir le *Compte rendu* de la séance), j'annonçai qu'en employant le papier parchemin comme cloison séparatrice on pouvait produire les composés suivants cristallisés ou à l'état cristallin :

» 1° L'alumine cristallisée à 3 équivalents d'eau (la gypsite), ayant pour formule $Al^2O^3, 3HO$.

» 2° L'oxyde de cuivre hydraté bleu cristallisé, et les oxydes cristallisés de zinc et de plomb, etc., etc.

» 3° Le silicate hydraté de cuivre en aiguilles cristallisées douées de la double réfraction, etc., etc., et d'autres substances.

» Tout récemment, j'ai repris ce mode d'expérimentation, non-seulement avec le papier-parchemin, mais encore avec la cloison en collodion, qui m'ont donné l'un et l'autre les produits suivants :

» 1° Le fluorure de calcium (spath-fluor) a été obtenu en opérant avec une dissolution de fluorure d'ammonium et une autre de chlorure de calcium, l'une et l'autre saturées et séparées par du papier-parchemin ou du collodion; il s'est formé sur la surface de la cloison, du côté du chlorure de calcium, une croûte de cristaux dont les arêtes sont arrondies et qui paraissent dériver du cube. On trouve quelquefois des cubes complets, comme on peut le voir sur les échantillons que je présente à l'Académie. Quand la cloison a une certaine étendue, il se forme quelquefois aussi des lames de plusieurs centimètres de longueur et de 1 centimètre de largeur. Les cristaux deviennent légèrement opalins, en séchant, sans que le phénomène soit dû à une hydratation, comme on s'en est assuré en les maintenant dans le vide pendant deux jours; mais ils reprennent leur transparence au contact de l'eau; ce sont donc de véritables hydrophanes. Ils ne sont pas doués de la double réfraction.

» L'analyse de ces cristaux, après qu'ils eurent été placés pendant deux jours dans le vide où se trouvait de l'acide sulfurique, a constaté la présence du fluor, de la chaux et nullement celle de l'ammoniaque et de l'eau. On savait du reste que l'on pouvait obtenir ces cristaux de spath-fluor en laissant refroidir lentement une dissolution faite à chaud de cette substance dans l'acide chlorhydrique; mais il est difficile d'admettre que la nature ait employé ce procédé, tandis que celui que je viens d'indiquer est tellement simple que les conditions peuvent se trouver réunies dans diverses forma-

tions terrestres. Ces cristaux appartiennent donc bien au spath-fluor. Quand l'expérience dure peu de temps, avec la cloison de collodion on trouve quelquefois des cubes dans les pores.

» 2° *Aluminate de cuivre cristallisé.* — On le prépare avec une dissolution de nitrate de cuivre et une autre d'aluminate de potasse, au moyen de la cloison en collodion. On le trouve sur la face de la cloison en contact avec la dissolution de nitrate de cuivre en cristaux bleus, mélangés avec d'autres cristaux d'oxyde hydraté de cuivre et de silicate également hydraté de cuivre, dans lesquels on distingue des cristaux formés d'aiguilles accolées les unes aux autres et présentant des faces carrées, d'autres rectangulaires, dont la forme primitive paraît être un prisme à base carrée ou rectangulaire; cette substance n'a pas encore été trouvée cristallisée dans aucune des formations terrestres.

» L'analyse a prouvé qu'ils ne contenaient que de l'oxyde de cuivre, de l'alumine et de l'eau sans trace de potasse.

» 3° *Le silicate de cuivre* bleu a été obtenu par le même procédé, en substituant le silicate de potasse à l'aluminate de la même base; l'analyse a montré que le composé ne contenait que de la silice, de l'oxyde de cuivre et de l'eau. La couleur bleue ne permet pas de supposer que la substance soit la dioptase, qui a pour formule CuO, SiO^2, mais bien le silicate de cuivre $CuO\,SiO^2, 2\,HO$ qui est le chrysocole; cette substance se trouve dans la nature à l'état amorphe, seulement sa composition et sa couleur sont les mêmes. Les cristaux se forment toujours sur la face négative du couple électrocapillaire; ils sont doués de la double réfraction. On a distingué parmi les cristaux fracturés un cristal complet qui paraît être un prisme oblique. Les cristaux de chrysocole sont mêlés de cristaux d'oxyde de cuivre bleu hydraté.

» Je puis citer encore, comme produits cristallisés obtenus : les silicates de zinc, de fer, de plomb, etc.

» 4° *L'aluminate de magnésie* en aiguilles cristallines accolées les unes aux autres, ne possédant pas la double réfraction et ne différant du spinelle naturel que parce qu'il contient de l'eau. La composition paraît être la même, d'après l'analyse qualitative qui en a été faite.

» Le mode de formation des silicates et aluminates cristallisés dont il vient d'être question, dans les cloisons poreuses et en général dans les espaces capillaires, mérite une attention particulière, à cause de leur nouveauté. Les deux dissolutions, celle de silicate ou d'aluminate alcalin et l'autre de chlorure métallique terreux, s'introduisant par capillarité dans

les pores, s'y rencontrent, réagissent l'une sur l'autre, dégagent de l'électricité produisant des courants électriques par l'intermédiaire des parois de cellules. Ces courants décomposent les dissolutions; la face en contact avec la dissolution métallique est le pôle négatif : c'est sur cette face que se déposent les composés formés. Or, dans les pores, on ne trouve souvent que des aiguilles cristallines jouissant ou non de la double réfraction, suivant le système auquel elles appartiennent et qui s'accolent les unes aux autres en formant des prismes. En sortant des pores électrocapillaires ils se réunissent en produisant de petites masses arrondies cristallines, la matière expulsée par le courant électrocapillaire allant du pôle positif au pôle négatif.

» On conçoit que, sans l'intervention des cloisons poreuses qui séparent deux dissolutions différentes, il serait difficile de produire un grand nombre de composés cristallisés avec l'emploi seul des forces chimiques.

» Il se passe des effets remarquables dans la réduction des métaux, dans celle du cuivre par exemple; en opérant avec une dissolution de nitrate de cuivre et une autre de monosulfure de sodium, séparées l'une et l'autre par une cloison de papier-parchemin, la face négative, celle qui est en contact avec la dissolution métallique, se recouvre peu à peu de cuivre métallique, en très-petits cristaux formant une couche poreuse qui augmente d'épaisseur. Cette cloison finit par remplacer la cloison de papier qui est transformée en sulfure de cuivre cristallisé; la plaque formée ressemble à celle que l'on obtient par la galvanoplastie. Dans la nature, pareils effets peuvent être produits. Il faut avoir l'attention de renouveler les dissolutions, afin qu'il n'y ait pas d'interruption dans les réactions.

» D'après ce qui précède, on conçoit le rôle que peuvent jouer dans la nature organique les tissus et les vaisseaux capillaires, par l'intermédiaire desquels s'opèrent des réactions chimiques puissantes. Ces tissus, ces vaisseaux capillaires, séparant des liquides de natures différentes, il doit en résulter une foule de réactions chimiques dont on ne s'est pas rendu compte jusqu'ici et qu'on peut concevoir aujourd'hui : telles sont les conséquences à tirer des faits qui ont été exposés dans ce Mémoire et dans les Mémoires antérieurs. Il en est de même dans les végétaux, où la vie est entretenue par l'intermédiaire des tissus et des vaisseaux. Nous ne parlons, bien entendu, que de l'intervention des forces physico-chimiques dans les phénomènes de la vie. Il est probable qu'en introduisant dans l'intérieur des corps organisés différentes dissolutions on change la composition des liquides qui humectent divers tissus : il doit donc en résulter des change-

ments dans les effets électrocapillaires, et par suite dans les composés formés : c'est ce qui pourrait expliquer l'effet du médicament sur l'organisme. Je vais m'occuper de cette question, qui est d'une grande importance.

» Comme dans mes précédents Mémoires, j'ai été aidé dans la préparation des appareils par M. Guérout, élève distingué des Hautes Études, attaché à mon laboratoire. »

THERMOCHIMIE. — *Nouvelles recherches sur la série du cyanogène;* par M. BERTHELOT.

« 1. Peu de séries en Chimie offrent plus d'intérêt que celle du cyanogène, en raison des caractères du radical composé véritable qui lui sert de pivot, et à cause des propriétés exceptionnelles des cyanures simples, et plus encore des cyanures doubles. C'est l'origine de ces derniers que je me propose d'examiner aujourd'hui, en cherchant la chaleur, c'est-à-dire le travail développé dans leur formation.

» 2. J'ai déjà montré (1) comment la formation du cyanure de mercure dissous, au moyen de l'acide cyanhydrique étendu, dégage beaucoup plus de chaleur que celle des cyanures alcalins :

			Cal
CyH étendu + KO étendue	=	CyK dissous.........	+ 2,96
CyH étendu + HgO précipité	=	CyHg dissous.........	+15,48

» Ce dernier chiffre, qui l'emporte même sur la chaleur dégagée dans la réaction de la potasse sur l'acide chlorhydrique (+13,6), explique pourquoi l'oxyde de mercure déplace directement la potasse unie à l'acide cyanhydrique dans les solutions étendues.

» La formation du chlorure de mercure, au moyen de l'acide chlorhydrique étendu, dégageant moins de chaleur (+9,46) que celle du cyanure, il en résulte encore que l'acide cyanhydrique étendu doit déplacer et déplace en effet directement et complétement l'acide chlorhydrique étendu, dans le chlorure de mercure dissous. J'ai insisté sur cette réaction, inverse de celle qui produit l'acide chlorhydrique gazeux ou très-concentré sur le cyanure de mercure; réaction opposée, mais également prévue par la théorie, à cause de l'énergie complémentaire perdue dans la formation d'un hydrate chlorhydrique défini, tandis que l'hydracide anhydre l'a conservée (2).

» Je vais maintenant rechercher la chaleur de formation des cyanures

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 388.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 494.

doubles, tels que les cyanures de mercure et de potassium, d'argent et de potassium et celle des ferrocyanures, qui méritent une attention toute particulière.

» 3. *Cyanure de mercure et de potassium* : HgCy, KCy. — Ce composé offre l'exemple remarquable d'un sel double qui subsiste et même prend naissance d'une manière non douteuse dans les dissolutions. En effet, j'ai trouvé que ses deux composants dissous dégagent une grande quantité de chaleur par leur simple mélange :

HgCy ($1^{éq} = 16^{lit}$) + KCy ($1^{éq} = 4^{lit}$).................... +5,8

Cette quantité représente à peu près les deux tiers de la chaleur dégagée par l'union des deux sels solides. On calcule celle-ci à l'aide des données que voici :

KCy	en se dissolvant dans 40 fois son poids d'eau..........	−2,96
HgCy	» »	−1,50
KCy, HgCy	» »	−6,96

» Ces données réunies montrent que la combinaison

HgCy (sec) + KCy (sec) = HgCy, KCy (sec) dégage........ +8,3

quantité de chaleur considérable et qui approche et surpasse même la chaleur dégagée dans la formation de beaucoup de sels métalliques, au moyen de l'acide et de la base anhydres.

» Cependant le cyanure double dissous est décomposé immédiatement par l'acide chlorhydrique étendu, avec séparation de ses composants, le cyanure de mercure étant régénéré sans altération dans la liqueur ; tandis que le cyanure de potassium se change en chlorure de potassium, comme je l'ai reconnu par la mesure de la chaleur dégagée dans cette réaction.

» 4. *Cyanure d'argent et de potassium* : AgCy, KCy. — Ce sel, dont on connaît les grandes applications en galvanoplastie, se comporte d'une manière assez analogue au précédent. Il se forme par la réaction directe du cyanure de potassium dissous sur le cyanure d'argent précipité, lequel entre en dissolution avec dégagement de chaleur :

KCy ($1^{éq} = 4^{lit}$) + AgCy + eau (20^{lit}) dégage................. +5,6

D'ailleurs, j'ai trouvé pour la dissolution du sel soluble :

AgCy, KCy solide (1 partie + 40 parties d'eau)................ −8,55

» On conclut de ces données, jointes à la chaleur de dissolution du cyanure de potassium, que la combinaison

AgCy (précipité) + KCy (sec) = AgCy, KCy (sec) dégage....... +11,2

Le sel double dissous est décomposé immédiatement par l'acide chlorhydrique étendu, avec reproduction de chlorure de potassium et d'acide cyanhydrique, comme le prouvent les mesures thermiques. Il se produit en même temps un précipité formé de chlorure d'argent, mêlé avec une proportion notable de cyanure : ce qui doit être, la formation des deux sels, depuis les hydracides étendus et l'oxyde d'argent précipité, dégageant sensiblement la même quantité de chaleur (+ 20,9).

» Cependant le cyanure double d'argent et de potassium représente une combinaison plus intime que les sels doubles ordinaires. En effet, l'acide acétique étendu n'en sépare que très-incomplétement le cyanure d'argent, en dégageant seulement $+1^{\text{Cal}},7$; au lieu de + 4,8 qui répondraient à une décomposition totale. L'acide tartrique donne des résultats analogues. Il paraît donc que les liqueurs renferment un acide argentocyanhydrique, déjà signalé par Meillet, acide complexe qui ne pourrait subsister en présence de l'eau et d'un autre acide sans donner lieu à des phénomènes d'équilibre, et par conséquent à une décomposition partielle. Les dissolutions de cet acide complexe produisent des phénomènes d'argenture, presque aussi nets que les solutions cyanurées alcalines.

» C'est un degré intermédiaire très-remarquable dans la formation de ces types moléculaires spéciaux qui constituent les cyanures complexes.

» 5. *Cyanoferrure de potassium.* — Une stabilité plus accusée caractérise le cyanure double de potassium et de fer, connu sous le nom de *cyanoferrure*. Quoique l'étude thermique de sa formation offre de grandes difficultés, ne pouvant être abordée directement sur les cyanures de fer isolés, cependant il me paraît utile de présenter les résultats de mes essais, sans dissimuler ce qu'ils ont sans doute d'imparfait.

» 6. J'ai d'abord mesuré la *chaleur de dissolution* du cyanoferrure de potassium, sec et hydraté : le premier en présence de 50 parties d'eau, le second en présence de 40 parties d'eau. J'ai trouvé à 11 degrés :

$Cy^3FeK^2, 3HO$ ($211^{\text{gr}},2$), en se dissolvant, absorbe.			— 8,46
Cy^3FeK^2 (sec),	»	»	— 5,98

» Il résulte de ces nombres que l'union de l'eau avec le sel sec

$$Cy^3FeK^2 + 3HO \text{ (solide)} = Cy^3FeK^2, 3HO \text{ cristallisé dégage...} \quad + 0,34$$

soit + 0,11 par chaque HO, quantité fort petite, mais comparable à celle qui se dégage dans la formation des acétates de chaux et de cuivre, d'après mes expériences (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 29).

» 7. La *chaleur de neutralisation* de l'acide ferrocyanhydrique par les bases n'est pas facile à mesurer directement, à cause de la difficulté d'ob-

tenir cet acide libre dans un parfait état de pureté. J'ai cherché à y suppléer par des voies indirectes, c'est-à-dire en le déplaçant dans ses sels par des acides plus énergiques.

» En mêlant une solution étendue de ferrocyanure ($Cy^3FeK^2 = 4^{lit}$) avec l'acide chlorhydrique dilué ($1^{éq} = 2^{lit}$), on n'observe absolument aucun changement de température, soit qu'il n'y ait pas réaction, soit que les deux acides dégagent la même quantité de chaleur en agissant sur la potasse, auquel cas ils pourraient se partager la base dans la liqueur. Ce dernier cas me paraît le plus vraisemblable. En effet, en mêlant le ferrocyanure avec l'acide sulfurique étendu, on observe réellement un partage progressif et un déplacement qui tend à devenir total, en présence d'un grand excès d'acide sulfurique. Parmi les diverses expériences que j'ai faites à cet égard, je citerai seulement les suivantes :

Cy^3FeK^2 (6^{lit}) + SO^4H ($1^{éq} = 2^{lit}$) dégage... +1,107
» + $2SO^4H$ » » ... +0,181

» En continuant les additions progressives d'acide sulfurique, il se produit une absorption de chaleur, à cause de la formation du bisulfate.

Avec un grand excès ajouté d'un seul coup :

Cy^3FeK^2 (4^{lit}) + $10SO^4H$ ($1^{éq} = 2^{lit}$)... +0,966

» Ces phénomènes sont comparables à la réaction de l'acide sulfurique sur les chlorures (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 524), quoique avec des valeurs un peu différentes. Ils traduisent de même un partage progressif de la base entre les deux acides. Si l'on admet que $10SO^4H$ suffisent pour enlever la presque totalité de la potasse au ferrocyanure, conformément à ce qui se produit pour les chlorures, les azotates, etc., on peut calculer la chaleur X dégagée dans la réaction de l'acide ferrocyanhydrique dissous sur la potasse étendue. En effet, 15,7 étant la chaleur dégagée par la réaction de l'acide sulfurique sur la potasse, et −1,75 la chaleur absorbée dans la réaction de $4SO^4H$ étendu sur SO^4K dissous (formation du bisulfate), on aura, pour la réaction cherchée,

$$\tfrac{1}{2}(Cy^3FeH^2 = 4^{lit}) + KO\,(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ dégage : } X = 15,71 - 1,75 - \tfrac{1}{2}(0,97) = 13,5.$$

» Ce nombre est le même sensiblement que celui qui représente la chaleur dégagée (13,6) par les acides chlorhydrique et azotique unis à la potasse : d'où il suit que l'acide ferrocyanhydrique est un acide comparable aux acides minéraux. On sait, en effet, qu'il déplace les acides carbonique et acétique. L'absence de réaction thermique apparente entre l'acide chlorhydrique et le cyanoferrure dissous concorde avec ces résultats.

» 8. Rien n'est plus facile que de passer de là à la formation du bleu de Prusse. J'ai trouvé en effet (1)

$\frac{1}{2}(Cy^3FeK^2 = 4^{lit}) + SO^4fe(1^{éq} = 2^{lit}) = \frac{1}{2}(Cy^3Fefe^2)$ précipité $+ SO^4K$ dégage $+2,54$ à $2,78$,

la chaleur dégagée croissant peu à peu avec le temps, comme il arrive fréquemment dans la formation des précipités amorphes (2). De même :

$\frac{1}{2}(Cy^3FeK^2 = 4^{lit}) + AzO^6fe(1^{éq} = 2^{lit}) = \frac{1}{2}(Cy^3Fefe^2) + AzO^6K$ dégage.... $+0,725$.

» D'après le résultat fourni par le sulfate ferrique, la substitution de la potasse au peroxyde de fer (KO à *fe*O) dans le bleu de Prusse dégage $+7,2$; d'après le résultat fourni par l'azotate : $+7,2$; ce qui concorde.

» En admettant que, dans la formation du cyanoferrure de potassium,

$$Cy^3FeH^2 \text{ (étendu)} + 2KO \text{ (étendue) dégage } 13,5 \times 2 = 27,0,$$

on conclut de là que la formation du bleu de Prusse, avec le même acide et le peroxyde de fer précipité,

$$Cy^3FeH^2 \text{ (étendu)} + 2feO \text{ (précipité) dégage } 6,3 \times 2 = 12,6.$$

La valeur 6,3 diffère peu de la valeur 5,7, qui représente la combinaison des acides azotique et chlorhydrique avec le peroxyde de fer; ce qui est une nouvelle preuve de l'analogie entre l'acide ferrocyanhydrique et les acides minéraux. Cependant $+6,3$ surpasse 5,7, ce qui fait comprendre pourquoi l'acide chlorhydrique étendu ne décompose pas le bleu de Prusse avec formation de chlorure de fer.

» L'acide cyanhydrique, l'un des plus faibles qui soient connus, a donc constitué, par son association avec le cyanure de fer, un acide puissant, comparable de tous points aux acides azotique, acétique, chlorhydrique. C'est une nouvelle preuve propre à établir que les propriétés acides les mieux caractérisées, même dans les combinaisons hydrocarbonées, ne sont pas liées avec la présence ou la proportion de l'oxygène.

» 9. Il reste à mesurer la chaleur dégagée dans la formation même du cyanoferrure. J'ai trouvé les résultats suivants :

$$SO^4Fe(1^{éq} = 2^{lit}) + 2SO^4fe(1^{éq} = 2^{lit}) + 6KO(1^{éq} = 2^{lit}) \text{ dégage} \ldots \quad +23,2.$$

En ajoutant au mélange précédent $3CyH(1^{éq} = 4^{lit})$, on observe un nouveau dégagement de $+39,3$, lequel représente la formation du cyano-

(1) $fe = \frac{2}{3}Fe = 18,7$; $\frac{1}{3}Fe^2O^3 = feO$.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1215, 1109, 1162; t. LXXVII, p. 973.

ferrure à partir de l'acide cyanhydrique et des deux oxydes

$3CyH$ (dissous) + $2KO$ (dissoute) + FeO (précipité) = Cy^3FeK^2 (dissous) dégage : + 39,3

Comme contrôle, j'ai ajouté dans la liqueur $3HCl$ ($1^{éq} = 2^{lit}$), ce qui a dégagé + $25^{Cal},0$, en donnant lieu à un abondant précipité de bleu de Prusse; la chaleur dégagée a varié pendant cette précipitation de + 23 à + 25,0. En somme, l'acide chlorhydrique a dû produire les réactions suivantes :

HCl (étendu) + KO (étendue) = KCl (étendu) .... +13,6
$2HCl$ » + $2feO$ (précipité) = $2feCl$ » .... +11,4 } + 26,4.
$2feCl$ » + Cy^3FeK^2 (dissous) = Cy^3Fefe^2 + $2KCl$ (étendu) + 1,4

La concordance, sans être absolue, est aussi grande qu'on peut l'espérer dans l'étude de semblables précipités.

» Je conclus encore de là :

$3CyH$ (étendu) + FeO (précipité) + $2feO$ (précipité) = Cy^3Fefe^2 (précipité) dégage +24,9
$3CyH$ » + FeO « = Cy^3FeH^2 (dissous)..................... +12,3

J'ai vérifié ces valeurs, en formant le bleu de Prusse directement au moyen du cyanure de potassium et des deux sulfates :

$$3CyK(1^{éq} = 2^{lit}) + SO^4Fe(1^{éq} = 2^{lit}) + 2SO^4fe(1^{éq} = 2^{lit})$$
$$= Cy^3Fefe^2 \text{ (précipité)} + 3SO^4K \text{ (étendu) dégage....... } +37,5$$

La différence entre la chaleur de formation du sulfate alcalin et celle des sulfates de fer, à partir des oxydes, étant 12,5 + 11,4 − 47,1 = − 23,2 et la chaleur de formation de $3CyK$ depuis la potasse + 8,9, on conclut aisément de là la chaleur dégagée dans la formation du bleu de Prusse depuis l'acide cyanhydrique :

$3CyH$ (étendu) + FeO + $2feO$ = Cy^3Fefe^2 dégage... +37,5 + 8,9 − 23,2 = + 23,2,

valeur qui concorde suffisamment avec + 24,9, mais que je regarde comme un peu moins exacte.

» 10. Tirons maintenant de ces résultats quelques conclusions générales. La première qui se présente est relative à la chaleur dégagée dans la formation du cyanoferrure, à partir de l'acide cyanhydrique ou du cyanure de potassium :

$3CyH$ (dissous) + $3KO$ (étendue) dégage..................... + 8,7
$3CyH$ » + $2KO$ » + FeO (précipité) dégage..... +39,3

On voit que la substitution de l'oxyde ferreux à la potasse, avec formation de cyanoferrure, dégage une proportion de chaleur considérable : + 30,6,

un seul équivalent d'oxyde ferreux constituant l'acide ferrocyanhydrique :

3CyH (dissous + FeO (précipité) dégage .... +12,3,

quantité supérieure à la chaleur dégagée par 3KO unie avec 3CyH. C'est qu'il y a ici deux réactions simultanées, à savoir : la réunion de trois molécules d'acide cyanhydrique en un type trois fois aussi condensé, et la combinaison de l'oxyde ferreux qui entre dans la constitution de ce nouveau type : Cy^3FeH^2.

» Cette superposition d'effets explique la supériorité d'affinités apparentes que l'oxyde de fer présente ici sur la potasse dans son union avec l'acide cyanhydrique, laquelle se traduit par une chaleur dégagée plus grande; contrairement à ce qui arrive dans la formation des oxysels ordinaires, sulfates, azotates, acétates, etc., à partir des acides étendus et des bases alcalines ou métalliques.

» Ne pourrait-on pas invoquer quelque circonstance analogue pour expliquer comment les oxydes d'argent et de mercure, aussi bien que l'oxyde ferreux, dégagent plus de chaleur que la potasse étendue en s'unissant avec l'acide cyanhydrique? En un mot, les cyanures de mercure et d'argent sont-ils véritablement représentés par les formules simples

CyAg et CyHg,

comparables à celle du cyanure de potassium et de l'acide cyanhydrique

CyK et CyH,

ou bien ne conviendrait-il pas de les regarder eux-mêmes comme des cyanures d'un type plus condensé, tel que Cy^2Hg^2 et Cy^2Ag^2?

» La chaleur dégagée par leur union avec le cyanure de potassium pour constituer des cyanures doubles, même à l'état de solution étendue,

Cy^2HgK; Cy^2AgK (formule brute),

viendrait à l'appui de cette manière de voir, car elle résulterait du passage d'un type simple, le cyanure de potassium, au type complexe qui constitue les cyanures doubles

$$Cy^2Hg^2 + 2\,CyK = 2\,Cy^2HgK,$$
$$Cy^2Ag^2 + 2\,CyK = 2\,Cy^2AgK.$$

» Au surplus, l'acide cyanhydrique n'est pas le seul acide qui donne lieu au renversement général des affinités ordinaires et des effets thermiques correspondants entre les oxydes alcalins et les oxydes métalliques. L'acide sulfhydrique est précisément dans le même cas : j'y reviendrai prochainement.

» Quoi qu'il en soit de ces dernières considérations, il n'en demeure pas moins établi que les oxydes métalliques dégagent plus de chaleur que les bases alcalines en s'unissant avec l'acide cyanhydrique; ce qui explique pourquoi ils les déplacent.

» La thermochimie rend ainsi compte de la constitution des cyanures complexes, types moléculaires nouveaux, très-supérieurs au type primitif par l'énergie de leurs affinités à l'égard des bases, aussi bien que par la stabilité des sels résultants : je veux dire très-supérieurs à l'acide cyanhydrique qui concourt à les former par sa condensation. L'acide cyanhydrique lui-même, générateur commun de ces types condensés, se distingue parce qu'il est formé, à partir des éléments, avec une absorption de chaleur qui s'élève à $-14^{Cal},1$; c'est-à-dire que sa formation a emmagasiné un excès d'énergie qui le rend spécialement apte aux combinaisons successives et aux condensations moléculaires. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des composés cyaniques depuis les éléments;* par M. BERTHELOT.

» Je crois utile de présenter un nouveau tableau de la chaleur de formation de l'acide cyanhydrique et des cyanures depuis les éléments. Je n'ai rien à changer aux chiffres mêmes des expériences que j'ai publiées à ce sujet en 1871 (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 448); mais certaines données, employées dans les calculs, et qui avaient cours dans la Science à cette époque, telles que la chaleur de combustion de l'acide formique et la chaleur de formation de l'ammoniaque, ayant été modifiées, c'est un devoir pour moi de rectifier les calculs primitifs. J'admettrai :

C^2 (diamant) + H^2 + O^4 = $C^2H^2O^4$ (acide formique)........	+93	(Berthelot);
Az + H^3 = AzH^3 (étendue)........................	+35,1	(Thomsen);
AzH^3 (étendu) + HCl (étendu) = AzH^3HCl (dissous).	+12,45	(Berthelot).

Tableau de la formation thermique des composés du cyanogène.

C^2 + Az = C^2Az....................................	−41	Cyanogène.
C^2Az + O^4 (combustion, Dulong).....................	+135	
C^2 + Az + H = C^2AzH gaz : − 14,1; liq. −8,4; dissous	−8,0	Acide cyanhydrique.
Cy + H = CyH gaz....................................	+27,3	
C^2AzH gaz + O^4 (combustion)........................	+142,6	
$C^2H^2O^4$, AzH^3 (solide) = C^2HAz (liquide) + $2H^2O^2$.....	−13,1	
C^2 + Az + K = C^2AzK (solide)........................	+41,5	Cyanure de potassium.
Cy + K = CyK..	+82	

$C^2 + Az^2 + H^4 = C^2AzH, AzH^3$ (solide)	+ 32,5	Cyanhydrate d'ammoniaque.
CyH gaz + AzH^3 gaz = CyH, AzH^3 (solide)	+ 20,5	
$C^2 + Az + Hg = CyHg$ (solide)	− 13,7	Cyanure de mercure.
$Cy + Hg = CyHg$ (solide)	+ 27,4	
$2C^2 + 2Az + Hg + K = HgCy, KCy$ (solide)	+ 46,1	
$3C^2 + 3Az + Fe + K^2 = C^6Az^3FeK^2$ (solide). 36,4 × 3 ou	+ 109,1	Cyanoferrure de potassium.
$Cy^3 + Fe + K^2 = Cy^3FeK^2$ 77,4 × 3 ou	+ 232,1	
$2CyK + C^2 + Az + Fe = Cy^3FeK^2$	+ 26,1	
$C^2 + Az + K + O^2 = C^2AzKO^2$ (solide)	+ 114,6	Cyanate de potasse.
$CyK + O^2 = CyKO^2$ (solide)	+ 73,1	
$C^2 + Az + Cl = C^2AzCl$ gaz ..... −23,1; liquide...	− 14,3	Chlorure de cyanogène.
$Cy + Cl = CyCl$ gaz	+ 17,9	
$C^2 + Az + I$ (solide) = C^2AzI (solide)	− 23,3	Iodure de cyanogène.
$Cy + I$ (solide) = CyI (solide)... +17,7; tous gaz env...	+ 13	

VITICULTURE. — *Le Phylloxera et les vignes américaines à Roquemaure (Gard).* Note de M. J.-E. Planchon.

« Malgré la concordance générale des observations de M. Laliman, à Bordeaux, et de M. Ch. Riley, en Amérique, sur la résistance qu'opposent au Phylloxera quelques cépages américains, on pouvait conserver quelques doutes sur le succès de la culture de ces cépages en Europe et réserver tout jugement à cet égard, jusqu'au moment où l'expérience directe aurait confirmé les faits connus. C'est dans ces réserves prudentes que j'avais cru devoir me tenir, dans un Rapport lu devant la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault, le 25 novembre 1873. Restant ainsi à dessein plutôt en deçà qu'au delà des prévisions légitimes et des conclusions naturelles des faits observés, je laissais à l'initiative des vignerons le soin de faire les expériences décisives, tout en mettant comme condition première à ces essais la précaution de ne les tenter que dans les localités déjà infectées du Phylloxera. Il importait que l'expérience se fît sur des points très-multipliés dans les foyers mêmes de la peste phylloxérique, et, sous ce rapport, l'arrondissement de Montpellier ne nous offrait que trop de champs d'étude; le Vaucluse, le Gard, les Bouches-du-Rhône (pour ne parler que du Midi), plus dévastés encore, avaient plus d'intérêt à ces essais de culture de plants exotiques destinés à combler les vides des vignobles indigènes.

» Tel était l'état de la question, lorsque M. Paul Druysset, rédacteur du *Messager du Midi*, est arrivé par hasard à la connaissance d'un fait dont

l'importance est capitale dans cette étude de l'avenir des cépages américains en Europe. Le fait en question devrait s'appeler plutôt une *expérience*, expérience d'autant moins suspecte qu'elle a été absolument inconsciente, d'autant plus sûre dans ses résultats qu'elle remonte à dix ou douze ans et qu'elle confirme de tous points l'expérience de M. Laliman, à Bordeaux, et mes propres observations aux États-Unis. Voici le fait tel que je viens de le vérifier sur place, avec le concours de MM. Gras et Paul Druysset, de Montpellier, et de MM. Jacques Ribière et Valens Niel, membres de la Société d'Agriculture du Vaucluse.

» Dans un enclos attenant aux maisons mêmes de Roquemaure, M. Borty, négociant en vins, cultivait un beau vignoble de plants du pays qui devint la proie de l'oïdium. Ayant entendu dire que les vignes américaines échappaient à cette cryptogame, M. Borty, par l'intermédiaire d'un ami, se procura, vers 1862 (la date n'est sûre qu'à une ou deux années près), un certain nombre de cépages américains, cent cinquante-quatre pieds environ. Il en fit un petit carré au milieu même de ses vignes françaises. Quelques pieds, les *Clinton* entre autres et les *Post oak* étaient des boutures enracinées, les autres de simples sarments. Or aujourd'hui, après dix ans au moins, après douze ans peut-être, bien qu'ils aient vécu au milieu des Phylloxeras et qu'ils en aient sur leurs racines, ces pieds sont non-seulement vivants, mais on peut dire luxuriants et pleins de vigueur. La longueur de leurs sarments (aujourd'hui coupés, mais restés à terre, quelques-uns de $2^{m},50$ de long), la séve qui jaillit en gouttelettes des sections faites aux coursons, la fraîcheur de leurs pousses naissantes, l'abondance de leurs raisins (au moins chez les pieds cultivés à long bois), tout indique chez ces cépages une résistance au Phylloxera qui contraste singulièrement avec celle des vignes françaises placées dans le même terrain. De ces dernières un très-grand nombre sont mortes sous les atteintes de l'insecte; d'autres végètent péniblement dans cet état de marasme qui dure longtemps sans amener la mort totale, alors que les racines à demi pourries, abandonnées par l'ennemi, poussent encore péniblement quelques radicelles nourricières; mais le tout est considéré comme perdu et le propriétaire n'y compte plus pour une récolte sérieuse. Ainsi, d'une part, dans le même sol et côte à côte, des cépages français morts ou mourants (ce sont surtout des grenaches ou alicantes), de l'autre des cépages américains pleins de vigueur : tel est le tableau qu'offre ce coin du terroir de Roquemaure, dont la vigne faisait naguère la richesse, mais où les seuls vignobles passablement conservés

sont ceux des terrains sablonneux ou limoneux des bords du Rhône, qui reçoivent, de temps en temps, les eaux débordées du fleuve.

» L'origine américaine des cépages vigoureux de M. Borty ne saurait être mise en doute. Le témoignage désintéressé de ce négociant, les noms dont il a gardé la liste, les caractères mêmes des plants, la description qu'on nous a faite de leurs raisins ne laissent à cet égard aucune ombre d'indécision : dans le nombre, du reste, il y a des *Clinton* qui sont parfaitement reconnaissables, et si j'ajourne au mois de septembre prochain la détermination des autres, c'est que les noms venus de pépinières sont par eux-mêmes suspects et que l'absence d'étiquettes et le mélange de cépages souvent très-ressemblants au début de leur végétation rendraient imprudente, sinon impossible, leur détermination immédiate. Dans le nombre figurent les noms de *Post oak*, d'*Emily*, d'*Ives seedling*, de *Clara*, de *Mustang* (mais je doute fort que ce soit la vraie plante). Quant aux *Delaware*, M. Borty a dû les arracher, ce qui confirme les observations faites par M. Riley et par moi en Amérique sur la non-résistance de ce cépage au Phylloxera; même observation pour l'Isabelle, dont les pieds, anciens et forts, ont été arrachés par M. Borty, parce que, sous les atteintes du Phylloxera, ils ne faisaient plus que vivoter misérablement. On sait que pareille chose s'est passée pour ce cépage dans l'enclos de M. Laliman et que, en Amérique même, ce raisin, autrefois favori, disparaît graduellement des marchés à fruits.

» En résumé, et tout en ajournant à la saison des vendanges l'étude détaillée des plants d'Amérique de M. Borty, un fait capital se détache de cette expérience non préméditée, savoir : la persistance absolue, la vigueur, la fertilité du *Clinton* et d'autres cépages américains dans un vignoble où la vigne française est morte ou survit à peine, dans le terroir même où le Phylloxera s'est manifesté pour la première fois, il y a neuf ans environ, sur la rive droite du Rhône. Qu'on rapproche cette date de celle de la plantation de M. Borty (il y a dix ou douze ans), et l'on ne pourra s'empêcher de croire que ces vignes ont été pour notre région du Midi le véhicule du Phylloxera, comme les vignes de M. Laliman l'ont été pour le Bordelais. Une même pensée, celle d'échapper à l'oïdium, a présidé à ces importations funestes et, par une sorte de compensation, l'idée du remède par les vignes américaines résistantes se sera naturellement dégagée de l'observation même de ces deux foyers d'infection première, où par une sorte de sélection quelques cépages américains ont seuls échappé à la destruction des autres vignes. »

M. **Cahours**, en faisant hommage à l'Académie du premier volume de la troisième édition de son *Traité de Chimie générale* (partie organique), s'exprime ainsi :

« J'ai remanié profondément l'unique volume de 600 pages consacré à l'étude de ces matières, dans l'édition précédente; je l'ai transformé en trois volumes de 400 à 430 pages chacun, ce qui m'a permis de donner à cet ouvrage un développement double.

» Le plan que j'ai suivi dans cette nouvelle édition, bien différent de celui que j'avais adopté dans la précédente, retrace fidèlement mon enseignement de l'École Polytechnique.

» Après avoir esquissé, dans un premier Chapitre, les généralités relatives à la formation des composés organiques, je fais connaître les principes de l'analyse immédiate et de l'analyse élémentaire, ainsi que le détail des procédés employés à cet effet.

» Dans le deuxième Chapitre, je trace, avec les développements que comporte un ouvrage aussi peu étendu, l'histoire des carbures d'hydrogène groupés en quinze familles formant autant de sous-chapitres, en résumant, au début de chacun d'eux, les propriétés fondamentales de la famille et les modes de formation des différents individus qui la composent. J'ai fait, à ce sujet, de nombreux emprunts à notre savant confrère M. Berthelot, qui s'est occupé de l'étude de ces composés avec tant de persévérance et de succès.

» Le troisième et dernier Chapitre, qui ne comprend pas moins de 200 pages, est entièrement consacré à l'histoire des alcools groupés pareillement en familles. De même que dans le Chapitre précédent, j'établis, en tête de chaque famille, les modes de formation et les caractères fondamentaux des termes qui la composent, et j'étudie avec quelques développements les divers cas d'isomérie que présentent ces intéressants composés, ainsi que les dérivés variés et nombreux qui naissent de leur contact avec les réactifs. »

M. **Robin**, en faisant hommage à l'Académie d'un ouvrage intitulé : « Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme (1) », s'exprime en ces termes :

« L'ouvrage que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est une deuxième édition des *Leçons* dont je lui ai fait hommage en 1867. J'ai alors

exposé en détail le plan et le but de ce livre, contenant la description méthodique de tous les fluides de l'économie humaine et des principaux Mammifères domestiques (2). L'absence d'un Traité de ce genre laissait dans la science une lacune qui n'avait jamais été comblée depuis la publication, en 1715, du célèbre *Traité des liqueurs du corps humain* de Vieussens.

» Je n'ai rien à ajouter d'essentiel à ce que j'ai dit ici une première fois il y a six ans, sur l'importance des études de cet ordre pour arriver à la solution de nombre de problèmes anatomiques, physiologiques et pathologiques. Je dirai seulement que, si le plan adopté reste le même, les progrès de la science ont exigé des remaniements tels, dans chaque chapitre, qu'ils ont fait de cette édition un ouvrage à peu près entièrement nouveau. C'est là ce qui m'a conduit à penser qu'elle pouvait être digne d'être offerte à l'Académie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *de la Rive*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président de l'Académie.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont : dans les Sections des Sciences mathématiques, MM. Liouville, Chasles, Élie de Beaumont; dans les Sections des Sciences physiques, MM. Dumas, Brongniart, Decaisne. La Commission se composera donc de M. Bertrand, président en exercice, et de MM. Liouville, Chasles, Élie de Beaumont, Dumas, Brongniart et Decaisne.

---

(1) 1 vol. in-8°, 1874, chez J.-B. Baillière et fils.

(2) *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 68; 1867.

MÉMOIRES LUS.

TOPOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Niveau à collimateur et son emploi comme horizon de brume.* Note de M. C.-M. GOULIER. (Extrait par l'auteur.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel instrument de nivellement nommé *niveau à collimateur*. Il se compose d'un pendule suspendu par une double articulation. Ce pendule porte, lié invariablement avec lui, un collimateur formé d'un petit tube qui est *hermétiquement* fermé, à l'une de ses extrémités, par un verre dépoli et à l'autre par une lentille convergente de 6 millimètres de diamètre et de 18 millimètres de foyer. Le rayon de la face extérieure de la lentille doit être six à sept fois moindre que celui de la face intérieure.

» Au foyer principal de la lentille est un diaphragme percé d'un trou de 2 millimètres de diamètre et portant un fil de cocon *teint en noir* (condition indispensable). Par des artifices de construction, qu'il est inutile de décrire ici, on obtient facilement que, le pendule étant en repos, le plan optique passant par le fil et le centre optique de la lentille soit un plan horizontal.

» Alors l'œil qui regarde dans la lentille voit le fil comme une ligne noire qui marque, sur la campagne, la trace du plan horizontal de l'instrument. En donnant à cet œil une position convenable, on peut voir à la fois le fil et les objets extérieurs, et faire élever, par exemple, le voyant d'une mire à une hauteur telle que sa ligne de foi corresponde au fil. Alors cette ligne est dans le plan horizontal de l'instrument, et la correspondance se maintient malgré les oscillations de la tête.

» Tout est disposé pour que l'instrument soit invariable, du moins dans les limites de la précision qu'il comporte.

» On donne au niveau collimateur diverses dispositions. Le *niveau lyre*, ainsi nommé à cause de sa forme, est un instrument de gousset que l'on emploie à la main. Quand il ne fait pas de vent, il donne la même exactitude que le niveau d'eau.

» Quand on veut plus de précision, il faut employer le niveau enfermé dans une enveloppe qui le préserve complétement de l'action du vent ordinaire. Il est supporté par un trépied. Un frein, qui agit sur la tête du pendule, permet de modérer et d'arrêter les oscillations. Avec l'instru-

ment ainsi disposé on nivelle deux ou trois fois plus vite et avec des erreurs deux ou trois fois moindres que par l'emploi du niveau d'eau.

» Cet instrument a trois avantages précieux : 1° il est d'un faible volume; 2° il est facilement employé par tout le monde, sans explication, sans apprentissage préalable; 3° il est invariable : aussi ne porte-t-il aucune vis de rectification; cependant on peut toujours le vérifier par la méthode des visées réciproques.

» Ce niveau donne une bonne solution de *l'horizon de brume*, après lequel les marins aspirent encore pour pouvoir prendre la hauteur des astres quand l'horizon de la mer n'est pas visible.

» Il suffit, pour cet usage, de monter le niveau sur le sextant, de telle sorte que l'on puisse voir le collimateur à travers la partie transparente du petit miroir. On voit alors son fil dans la lunette du sextant mise au point sur les astres. On peut faire l'observation aussi bien la nuit que le jour, pourvu que l'on fasse éclairer le verre dépoli.

» Le Mémoire indique les précautions nécessitées par l'observation. Il faut bissecter le disque du Soleil par l'image du fil d'horizon.

» Les oscillations du collimateur sont la grande cause d'erreur de l'observation, en présence de laquelle celle qui résulte de l'incertitude sur la bissection de l'image du Soleil est tout à fait insignifiante. Pour atténuer ces oscillations, on a arrondi fortement l'arête du couteau autour duquel se fait l'oscillation d'avant en arrière. On n'a laissé au pendule que la mobilité nécessaire pour que le frottement ne pût pas lui donner une inclinaison dépassant 3 minutes. De plus, on a disposé une touche qui permet à l'index de la main droite d'agir sur le frein quand cette main maintient le sextant par sa poignée.

» Le Mémoire indique les erreurs moyennes suivantes pour diverses séries d'observations faites à terre :

1re série, à main levée.	2′.56″
2e série, la main droite contre un appui......	1.38
4e série, le coude et la main appuyés........	1.20
6e série, avec un niveau collimateur sensible posé sur un appui fixe..................	18

» Ces erreurs seraient certainement augmentées à la mer; mais, comme la brume a lieu par les temps calmes, il est probable qu'elles seraient encore bien tolérables. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur des cadrans orométriques applicables surtout aux baromètres de poche.* Note de M. C.-M. Goulier.

« Le cadran orométrique que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie n'a d'autre mérite que d'être une solution très-commode de la détermination des hauteurs avec le baromètre; il est applicable surtout aux baromètres de poche. Dans ma pensée, il devrait être gravé sur tous les baromètres de poche destinés aux touristes. Il consiste en une division en parties inégales, contiguë à celle qui exprime les millimètres de mercure et sur laquelle on lit, en regard des pressions observées aux stations A et B, deux *nombres orométriques* qui expriment les abaissements de ces stations au-dessous d'une même surface de niveau; la différence de ces deux nombres donne la différence de niveau des deux stations.

» Si l'on avait gradué le cadran orométrique au moyen des tables barométriques ordinaires, il eût fallu corriger la différence orométrique pour avoir égard, d'une part aux températures du baromètre, et d'autre part aux températures de l'air. On a évité cette complication de la manière suivante :

» 1° On a supposé pour l'air des températures moyennes, et, comme le baromètre de poche est habituellement employé par les touristes, pendant la belle saison, on a admis, pour nos latitudes moyennes, une température de 20 degrés au niveau de la mer, avec diminution de 1 degré par chaque 165 mètres d'altitude.

» 2° On a supposé que le baromètre serait observé immédiatement après avoir été sorti du gousset, ce qui permet, le Mémoire le démontre, de négliger la correction nécessitée par la température du baromètre.

» Eu égard à ces deux conditions, voici comment nous avons calculé les pressions p auxquelles correspondent les traits principaux de la division orométrique, traits qui répondent eux-mêmes aux nombres orométriques variant de 100 en 100 mètres.

» Soient o et o' les nombres des tables barométriques ordinaires qui répondent respectivement à 760 millimètres, pression supposée observée au niveau de la mer, et à la pression p observée à l'altitude z. D'après les hypothèses faites ci-dessus pour les températures de l'air, on aura aux deux stations : $t = +20°$ et $t' = +20° - \frac{z}{165}$; par suite, on aura, pour la différence de niveau des deux stations,

$$z = (o - o')\left(1 + \frac{80 - \frac{2z}{165}}{1000}\right);$$

d'où

$$o' = o - \frac{z}{1,08}\left(\frac{1}{1 - \frac{z}{82500 \times 1,08}}\right) = o - \frac{z}{1,08}\left(1 + \frac{z}{89100} + \frac{z^2}{89100^2} + \ldots\right) (*).$$

» En faisant successivement dans cette formule $z = 100^{m}$, $z = 200^{m}$, $z = 300^{m}$, ..., nous avons conclu les valeurs de o', d'où nous avons déduit les pressions p correspondantes. Nous les donnons dans le tableau suivant, qui fournit les données nécessaires pour le tracé des cadrans orométriques :

Chiffraison orométrique en hectomètres.		Pressions correspondantes en millimètres.	Chiffraison orométrique en hectomètres.		Pressions correspondantes en millimètres.	Chiffraison orométrique en hectomètres.	Pressions correspondantes en millimètres.
24	56	796,03	5	37	636,44	18	503,86
23	55	786,89	4	36	628,83	17	497,56
22	54	777,84	3	35	621,29	16	491,33
21	53	768,87	2	34	613,82	15	485,16
20	52	760,00	1	33	606,42	14	479,06
19	51	751,22	0	32	599,09	13	473,01
18	50	742,50		31	591,84	12	467,00
17	49	733,86		30	584,65	11	461,08
16	48	725,32		29	577,56	10	455,23
15	47	716,84		28	570,52	9	449,43
14	46	708,44		27	563,52	8	443,70
13	45	700,14		26	556,63	7	438,02
12	44	691,90		25	549,81	6	432,41
11	43	683,75		24	543,02	5	426,83
10	42	675,68		23	536,35	4	421,32
9	41	667,68		22	529,71	3	415,89
8	40	659,74		21	523,14	2	410,50
7	39	651,92		20	516,64	1	405,18
6	38	644,15		19	510,22	0	399,91

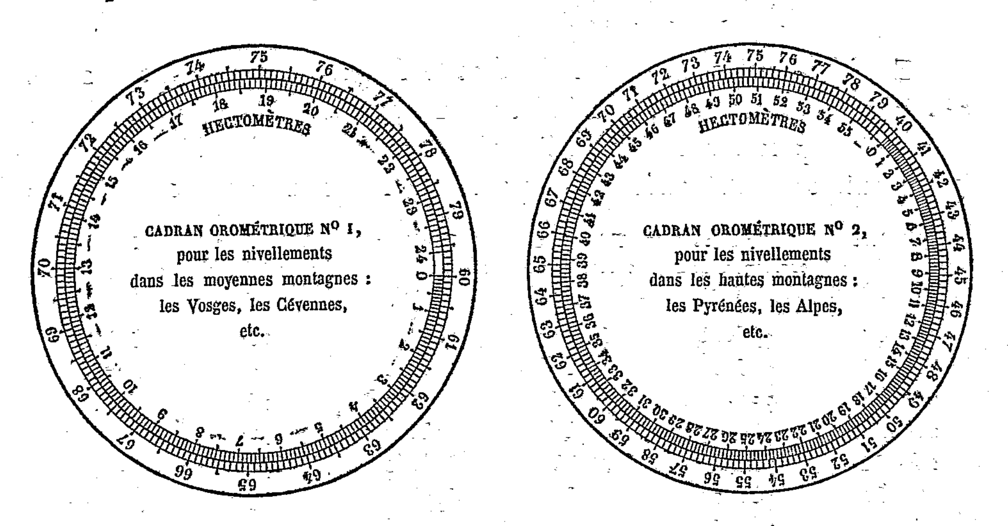
» Dans le Mémoire, on montre que l'erreur qui peut résulter de nos hypothèses sur la température est du même ordre que celle qui résulte de

(*) On sait que l'on a $o = 18336^{m} \log 760 - K$ et $o' = 18336 \times \log p - K$ (K étant une constante dont la valeur varie pour les diverses tables). Ces valeurs de o et o' permettent de transformer la formule en celle-ci :

$$\log p = \log 760 - \frac{z}{19803}\left(1 + \frac{z}{89100} + \frac{z^2}{89100^2}\right),$$

d'où l'on déduit directement les valeurs de p.

l'emploi de la formule barométrique, formule établie dans l'hypothèse d'un état statique de l'atmosphère qui n'existe presque jamais. On montre aussi que les erreurs instrumentales proprement dites sont doubles au



moins des deux sortes d'erreurs que nous venons de considérer, et l'on arrive à cette conclusion que, avec un bon baromètre de poche, on aura rarement à craindre, sur une différence de niveau, une erreur dépassant 4 à $5^m \pm \frac{4 \text{ à } 5}{100}$ de cette différence de niveau. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur les équations aux différentielles partielles qui peuvent être intégrées sans fonctions arbitraires engagées sous le signe somme.* Mémoire de M. DE PISTOYE, présenté par M. J. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« I. Je considère d'abord une seule équation aux différentielles partielles d'ordre m définissant une fonction inconnue V de p variables indépendantes $x, y, z, \ldots, t$. A l'exemple d'Ampère qui me sert de guide [*Considérations générales sur les intégrales des équations aux différentielles partielles à deux variables indépendantes* (XVII[e] cahier du *Journal de l'École Polytechnique*, p. 549)], j'appelle *intégrale générale primitive* une fonction telle, que l'on ne puisse en déduire, entre les variables indépendantes, la fonction et

ses dérivées partielles à l'infini, d'autres relations privées d'arbitraires (constantes, fonctions, sommations, etc.) que l'équation différentielle proposée, et celles que l'on en déduit par différentiation.

» 1° L'intégrale générale primitive contient ou un nombre infini de constantes arbitraires, ou des quantités dont le nombre augmente indéfiniment par des différentiations successives. On connaît deux sortes d'expressions jouissant de cette propriété : les *fonctions arbitraires* et les *sommes partielles* contenant des fonctions arbitraires. J'appellerai, comme Ampère, *intégrales de la première classe* celles qui ne contiennent que des fonctions arbitraires dégagées de tout signe de sommation partielle : les autres seront de la deuxième classe.

» 2° Si une équation aux différentielles partielles d'ordre m et à p variables indépendantes admet une intégrale générale primitive de la première classe, cette intégrale contiendra m fonctions arbitraires de $p - 1$ variables auxiliaires, et les dérivées de ces fonctions en nombre fini.

» 3° Si $F = 0$ est l'équation proposée, une variable auxiliaire quelconque α satisfait à l'équation

$$(1)\quad S\left[\frac{dF}{d\dfrac{d^m V}{dx^a dy^b dz^c,\ldots, dt^{m-a-b-c\ldots}}}\left(\frac{d\alpha}{dx}\right)^a\left(\frac{d\alpha}{dy}\right)^b\left(\frac{d\alpha}{dz}\right)^c,\ldots,\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^{m-a-b-c\ldots}\right]=0,$$

le signe S s'étendant à toutes les dérivées partielles de F relativement aux dérivées de V d'ordre m.

» 4° Cette équation homogène du premier ordre et du degré m doit se décomposer en m facteurs linéaires correspondant chacun à une fonction arbitraire. Cette condition est nécessaire et non suffisante. Legendre a énoncé, et M. Ed. Combescure a démontré un théorème analogue, mais moins complet.

» II. Si une fonction V de p variables indépendantes contient m fonctions arbitraires de $p - 1$ variables auxiliaires, V satisfait en général à plusieurs équations aux différentielles partielles d'un ordre supérieur à m; s'il n'y a qu'une équation, elle est d'ordre m. Si une ou plusieurs des fonctions arbitraires contiennent moins de $p - 1$ variables auxiliaires, la fonction V satisfait nécessairement à plusieurs équations aux différentielles partielles.

» III. Un système de n équations aux différentielles partielles, contenant n fonctions inconnues de p variables indépendantes et quelques-unes de leurs dérivées, admet aussi une intégrale générale primitive de la pre-

mière ou de la deuxième classe; j'établis des théorèmes analogues aux précédents, si l'intégrale générale primitive est de la première classe.

» Je suppose que ces équations soient de l'ordre m_1 en V_1, m_2 en V_2, ..., m_n en V_n. Pour chacune de ces équations et chacune des fonctions inconnues, je fais une somme analogue à celle qui entre dans l'équation (1), en ne m'occupant que des dérivées de l'ordre m_1 en V_1, m_2 en V_2, ..., m_n en V_n, et je forme un déterminant contenant dans une ligne horizontale toutes les sommes relatives à une même équation et dans une ligne verticale toutes celles qui se rapportent à une même fonction inconnue. Ce déterminant égalé à zéro est une équation aux différentielles partielles du premier ordre, homogène en α et du degré $m_1 + m_2 + \ldots + m_n$; je l'appelle le *déterminant différentiel total*.

» 1° S'il n'est pas identiquement nul, l'intégrale générale primitive supposée de la première classe contient $m_1 + m_2 + \ldots + m_n$ fonctions arbitraires distinctes, chacune des $p - 1$ variables auxiliaires.

» 2° Les variables auxiliaires annulent ce déterminant.

» 3° Il doit se décomposer en $m_1 + m_2 + \ldots + m_n$ facteurs linéaires correspondant chacun à une fonction arbitraire. Cette condition est nécessaire et non suffisante.

» 4° Je suppose qu'une ou plusieurs équations du système proposé soient d'un ordre moindre que les autres relativement à toutes les fonctions inconnues, et qu'il faille différentier la première g fois, la seconde g' fois, etc., pour qu'elles soient du même ordre que les autres, relativement à une ou plusieurs fonctions inconnues, mais d'un ordre inférieur relativement aux autres. Je forme le déterminant différentiel total comme plus haut; mais, pour les équations d'un ordre inférieur, il faut s'occuper seulement des fonctions qui, après différentiation, deviennent du même ordre que dans les autres équations, et élever les dérivées partielles de α aux degrés correspondant aux indices de différentiation dans l'équation considérée. Ce déterminant sera du degré $m_1 + m_2 + \ldots + m_n - g - g' - \ldots$. S'il n'est pas nul, l'intégrale générale primitive supposée de la première classe contient $m_1 + m_2 + \ldots + m_n - g - g' - \ldots$ fonctions arbitraires distinctes, chacune de $p - 1$ variables auxiliaires.

» 5° Les variables auxiliaires annulent ce déterminant.

» 6° Il doit se décomposer en $m_1 + m_2 + \ldots + m_n - g - g' - \ldots$ facteurs linéaires correspondant chacun à une fonction arbitraire. Cette condition est nécessaire et non suffisante.

» 7° Si le déterminant différentiel total est nul, par un calcul trop long

à indiquer ici, je déduis du système proposé une équation $f = 0$ à laquelle doivent satisfaire les fonctions inconnues. Cette équation, jointe à $n - 1$ des équations données, fournit un déterminant différentiel total généralement différent de zéro. Il n'est plus possible de fixer le nombre des fonctions arbitraires; mais, en général, le nombre des fonctions arbitraires de $p - 1$ variables auxiliaires se réduit, et il s'introduit des fonctions arbitraires de moins de $p - 1$ variables auxiliaires.

» Si l'équation $f = 0$ est identiquement nulle, il y a indétermination; une des fonctions inconnues peut être prise arbitrairement.

» Si cette équation se réduit à une relation entre les variables indépendantes, il y a impossibilité.

» IV. Si le nombre des équations proposées est supérieur au nombre des inconnues, je montre qu'on peut reconnaître, par des différentiations et des éliminations, s'il existe ou non une intégrale commune. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les points singuliers des courbes algébriques planes.* Mémoire de M. **Halphen**, présenté par M. de la Gournerie. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Bonnet, de la Gournerie.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je me suis proposé d'étudier l'influence des points singuliers tant sur les propriétés générales des courbes algébriques planes que sur les affections des courbes dérivées, notamment les courbes corrélatives et les développées. Ce travail est divisé en sept articles.

» Dans le premier article, après quelques considérations générales, je m'occupe du problème suivant : *Deux courbes se rencontrant en un point singulier, quel est le nombre de leurs intersections qui y sont confondues?* Ce problème a fait l'objet de plusieurs travaux, dus notamment à MM. Cayley, de la Gournerie et Painvin (1). Je ne m'occupe pas du problème, plus spécialement considéré par M. Painvin, et qui consiste à trouver ce nombre sans former les développements en série qui représentent, aux environs du point considéré, les branches des deux courbes. La solution de ce problème est facile, grâce aux propositions que je donne; mais, comme cette

---

(1) *Quarterly Journal*, t. VII. — *Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XIV et XV. — *Comptes rendus*, t. LXXVII. — *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, t. IV et V.

question m'a paru ne pas tenir au fond même de la théorie, j'ai cru devoir la réserver pour un travail séparé. Je démontre donc simplement les propositions qui montrent quels sont les éléments géométriques intervenant dans la question, en particulier ce théorème, contenu implicitement dans un Mémoire de M. Cayley et généralement accepté :

» Théorème. — *Le nombre des intersections de deux courbes, réunies en un point, est égal au produit des multiplicités de ce point sur les deux courbes, augmenté de la somme des ordres des contacts des branches d'une courbe avec les branches de l'autre.*

» Ce théorème, qui est, comme on le voit, une extension des principes élémentaires relatifs aux points simples, est lui-même un cas particulier d'une proposition plus générale que j'ai déjà énoncée (1), et qui est entièrement démontrée dans le présent Mémoire.

» Dans l'article II, j'applique aux courbes quelques-uns des principes contenus dans le *Mémoire sur les fonctions algébriques*, de M. Puiseux (2), et j'en donne, comme il suit, l'interprétation géométrique :

» Théorème. — *Aux environs d'un point singulier quelconque, une courbe plane algébrique est représentée avec telle approximation que l'on veut, par la projection de plusieurs courbes gauches distinctes, aux environs de points simples de ces courbes.*

» Dans les articles III et IV, je donne des développements algébriques propres à faire connaître la nature intime des points singuliers, leur transformation dans les courbes corrélatives, l'abaissement qu'ils produisent dans la classe d'une courbe, le nombre des points d'inflexion qu'ils absorbent. Ces dernières questions sont traitées, dans l'article V, par une autre méthode, dérivant des propositions de l'article Ier. J'indique les plus importantes des propositions contenues dans cette partie de mon travail.

» Théorème. — *La somme des ordres des contacts des branches d'une courbe avec une de ses tangentes est égale à la multiplicité du point correspondant à cette tangente dans la courbe corrélative.*

» Théorème. — *La somme des ordres des contacts de deux courbes en un point est égale à la même somme pour les courbes corrélatives aux points correspondants.*

» Théorème. — *L'abaissement de la classe d'une courbe, dû à un point sin-*

---

(1) *Bulletin de la Société mathématique*, t. I, p. 130.

(2) *Journal de Mathématiques*, année 1850.

gulier quelconque, est égal au double de la somme des ordres des segments infiniment petits et infiniment voisins de ce point, interceptés par la courbe sur une sécante dont la distance au point singulier est infiniment petite du premier ordre, et qui fait des angles finis avec les tangentes de la courbe en ce point.

» Ce théorème est implicitement contenu dans un Mémoire de M. Cayley.

» THÉORÈME. — *Le nombre des points d'inflexion absorbés par un point singulier est égal au triple de l'abaissement que ce point produit dans la classe, diminué de sa multiplicité, et augmenté de la somme des multiplicités des points qui lui correspondent dans la courbe corrélative.*

» Dans les articles VI et VII, je m'occupe des développées. Je détermine les abaissements qui se produisent dans le degré et dans la classe de la développée d'une courbe, par suite de la présence de points singuliers quelconques sur cette courbe. Je détermine aussi la nature des points correspondants sur cette développée. Les propositions que je démontre sont très-simples et tout à fait générales. Il a été nécessaire de considérer plusieurs cas différents, ce qui multiplie le nombre de ces propositions; aussi ne les énoncerai-je pas ici. Il suffira de dire qu'il m'a été possible d'en déduire deux lois générales auxquelles sont soumises les *développées successives* d'une courbe algébrique donnée. Ces courbes, à partir d'un rang déterminé dépendant de la courbe initiale, sont soumises aux lois suivantes :

» THÉORÈME. — *A partir d'un certain rang, tous les points non à l'infini de l'une quelconque des développées sont tels, que leurs correspondants, dans toutes les suivantes, ne sont jamais à l'infini.*

» THÉORÈME. — *A partir d'un certain rang, les degrés et les classes des développées successives d'une courbe algébrique quelconque forment deux progressions arithmétiques de même raison.*

» Ainsi, par exemple, la $n^{ième}$ développée d'une parabole est du degré et de la classe $(2 + n)$.

» Pour une courbe *générale* de degré m, le degré et la classe de la première développée sont, comme on sait,

$$m_1 = 3m(m-1), \quad c_1 = m^2;$$

pour la deuxième développée

$$m_2 = m(9m-13), \quad c_2 = 4m(m-1),$$

et pour la $(n+2)^{ième}$

$$m_{n+2} = m_2 + 2nm(3m-5), \quad c_{n+2} = c_2 + 2nm(3m-5).$$

Je donne encore d'autres exemples où le rang à partir duquel la loi s'applique est une fonction numérique. Les cas les plus particulièrement intéressants sont ceux où la raison des progressions arithmétiques est nulle : c'est ce qui se produit pour les épicycloïdes algébriques et pour deux catégories de courbes comprises dans les énoncés suivants :

» THÉORÈME. — *Soit une courbe de degré $2n$, ayant à distance finie $(n-1)$ points de rebroussement ordinaires et $(n-1)(n-2)$ points doubles, et à l'infini sur un cercle deux points corrélatifs du point de $(n-1)^{ple}$ inflexion. Ses développées successives sont du même degré et de la même classe ; l'arc de cette courbe est algébrique.*

» J'appelle *point de $(n-1)^{ple}$ inflexion* un point *simple* où une courbe a avec sa tangente un contact d'ordre $n \geq 2$.

» La courbe dont il est question dans ce dernier énoncé est la corrélative d'une courbe unicursale de degré $(n+1)$, douée de $\frac{n(n-1)}{2}$ points doubles et de deux points de $(n-1)^{ple}$ inflexion. Un cas particulier de cette dernière est fourni par l'équation

$$xy\frac{x^n - y^n}{x-y} + \frac{x^{n+1} - y^{n+1}}{x-y} = 0,$$

où n est entier.

» Un théorème entièrement semblable a lieu pour la corrélative de la courbe

$$x^n y^n + P = 0,$$

P étant un polynôme homogène de degré $(2n+1)$; cette corrélative doit être prise de telle sorte que les points circulaires à l'infini y soient les transformés des axes de coordonnées. On voit qu'il s'agit encore d'une courbe unicursale. »

CHIMIE. — *Du rôle des sels dans l'action des eaux potables sur le plomb ;* Note de M. **Fordos.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« En continuant l'étude de l'action des eaux potables sur le plomb, je suis arrivé à des résultats qui me paraissent offrir de l'intérêt, et de nature à expliquer les accidents occasionnés par les eaux qui ont séjourné dans des réservoirs ou des tuyaux de plomb.

» Tous les phénomènes que l'on observe, quand on étudie l'action des eaux sur le plomb, se trouvent facilement expliqués, si l'on admet, comme

premier effet, la formation d'oxyde de plomb en présence de l'eau aérée, que ce soit de l'eau distillée, ou une eau potable quelconque. La diversité des phénomènes observés et des résultats obtenus dépend de la composition de l'eau.

» Dans l'eau distillée, l'oxyde de plomb qui prend naissance se répand dans le liquide à l'état d'hydrate, sous forme d'un nuage blanc, jusqu'à ce qu'il rencontre l'acide carbonique de l'air pour se précipiter à l'état d'oxydo-carbonate. Ces faits ont été constatés par les chimistes.

» Dans les eaux potables qui renferment du bicarbonate de chaux, l'oxyde de plomb se combine, comme je l'ai dit dans un précédent travail, avec une partie de l'acide carbonique du bicarbonate, d'où résultent du carbonate de plomb et du carbonate de chaux qui se précipitent. Le carbonate de plomb étant un sel insoluble, l'eau ne peut renfermer en dissolution qu'une quantité de plomb infinitésimale. C'est à la présence du bicarbonate de chaux que j'ai attribué l'absence, presque absolue, du plomb en dissolution dans les eaux potables qui ont circulé dans des conduites de plomb, du moins dans les conditions d'un usage journalier de l'eau, celle-ci n'ayant pas séjourné dans les tuyaux.

» J'ai constaté depuis que le carbonate de magnésie joue le même rôle préservateur que le bicarbonate de chaux, et que, dans le produit de l'action de l'eau sur la grenaille, il se trouve un peu de carbonate de magnésie, indépendamment du carbonate de plomb et du carbonate de chaux que j'ai indiqués.

» Mais quel est le rôle des autres sels contenus naturellement ou accidentellement dans les eaux potables, tels que sulfates, chlorures, nitrates? Pour élucider cette question, j'ai examiné ce qui se passe quand on agite de la grenaille de plomb avec des solutions de ces différents sels, en prenant des solutions à 1 gramme de sel pour 100 grammes d'eau distillée.

» 1° *Solution de sulfate de soude.* — Quand on agite cette solution avec de la grenaille de plomb en présence de l'air, l'action ne tarde pas à se produire. Il se forme un précipité blanc composé de carbonate et de sulfate de plomb; ce dernier sel s'y trouve en quantité variable et minime. L'eau est devenue alcaline au papier de tournesol et se colore légèrement par l'hydrogène sulfuré; elle renferme donc du plomb en dissolution. Que s'est-il passé? L'oxyde de plomb a réagi sur le sulfate de soude : de là du sulfate de plomb et de la soude libre; celle-ci, en présence de l'acide carbonique de l'air, devient carbonate et réagit à son tour sur le sulfate de plomb d'abord, formé pour donner naissance à du carbonate de plomb et

du sulfate de soude se trouve régénéré, de sorte que l'on peut admettre que, si l'acide carbonique se trouvait en quantité suffisante, on n'obtiendrait que du carbonate de plomb. La présence du plomb dans la liqueur alcaline est facile à expliquer; d'abord le sulfate de plomb n'est pas tout à fait insoluble, et puis l'oxyde de plomb peut former avec la soude un plomb alcalin soluble.

» 2° *Solution de chlorure de sodium.* — Résultat analogue et même théorie. On obtient une liqueur alcaline contenant une petite quantité de plomb, et un précipité formé de carbonate de plomb et d'un peu de chlorure de plomb, combiné sans doute à 1 équivalent de carbonate

$$PbCl + PbOCO^2.$$

» 3° *Solution de nitrate de potasse.* — Même résultat et même théorie que précédemment. L'eau devient alcaline et renferme une faible quantité de plomb. Le précipité contient du carbonate de plomb et un peu de nitrate de plomb basique, probablement du nitrate pentabasique; car les réactifs n'indiquent qu'une faible quantité d'acide nitrique.

» 4° *Solution de nitrate d'ammoniaque.* — Cette solution offre cette particularité, qu'elle reste trouble après la réaction. Le précipité ne se forme pas facilement, et, quand on veut le recueillir, la liqueur ne passe claire qu'après plusieurs filtrations. La liqueur renferme de l'ammoniaque libre, et elle se colore légèrement par l'hydrogène sulfuré. Le précipité est constitué presque uniquement de carbonate ou oxydocarbonate de plomb; il ne renferme que très-peu de sous-nitrate de plomb, car on ne constate par les réactifs que des traces d'acide nitrique.

» *Solution saturée de sulfate de chaux.* — L'action sur la grenaille de plomb m'a paru un peu plus lente. On obtient une liqueur alcaline se colorant légèrement par l'hydrogène sulfuré (1). Le précipité renferme du sulfate de plomb, du carbonate de plomb et du carbonate de chaux.

» Les expériences que je viens de rapporter permettent de comprendre ce qui arrive quand on prolonge l'action des eaux potables sur le plomb. Dans un précédent travail, présenté à l'Académie le 17 novembre, je n'ai donné que les résultats obtenus dans les premiers temps de l'action des eaux potables sur le plomb, c'est-à-dire tant que l'oxyde de plomb trouve,

---

(1) En ajoutant un peu de chlorure de sodium à la solution de sulfate de chaux, j'ai obtenu une liqueur alcaline se colorant plus fortement par l'hydrogène sulfuré. Le chlorure de sodium a sans doute facilité la solution du sulfate de plomb. Ce fait confirme des expériences déjà anciennes de M. Mialhe.

dans les bicarbonates de chaux et de magnésie, de l'acide carbonique pour former un carbonate insoluble. Si l'on prolonge l'action de l'eau sur la grenaille, on arrive à avoir une liqueur alcaline se colorant par l'hydrogène sulfuré. Ce phénomène se présente lorsque l'oxyde de plomb réagit, comme je viens de l'indiquer, sur les chlorures et les sulfates contenus dans l'eau. Ici la présence des chlorures alcalins peut contribuer, d'après les expériences de M. Mialhe, à rendre partiellement solubles les sels de plomb insolubles, sulfate, oxydochlorure, sous-nitrate.

» En appliquant ces faits aux conduites de plomb, on conçoit que l'eau qui a séjourné pendant longtemps dans des réservoirs ou des tuyaux de ce métal puisse devenir insalubre, tant par le plomb en solution que par les sels de plomb en suspension. L'expérience vient, du reste, à l'appui de cette opinion.

» J'ai fermé, au mois de novembre dernier, un des robinets de la pharmacie de l'hôpital de la Charité. Au mois de janvier je l'ai ouvert pour en retirer 10 litres d'eau et en faire l'analyse : l'eau est sortie trouble, et, en la laissant reposer, j'ai obtenu un dépôt dans lequel j'ai trouvé des parcelles de carbonate de chaux contenant du plomb. Le dépôt, recueilli sur un filtre, m'a donné une quantité notable de plomb, lorsque j'ai incinéré le filtre et cherché le plomb dans les cendres; quant à l'eau, elle ne contenait en dissolution qu'une quantité très-minime de plomb. Le robinet ayant été refermé, je l'ai ouvert de nouveau le 1er avril, pour en retirer 3 litres d'eau; celle-ci est sortie trouble comme la première fois; elle contenait une quantité notable de carbonate de plomb en suspension et très-peu de plomb en dissolution. J'ai examiné l'eau du même robinet une troisième fois, le 7 avril, et j'ai obtenu les mêmes résultats.

» Ces expériences prouvent que le carbonate de plomb que les eaux forment dans les tuyaux, comme je crois l'avoir démontré dans un précédent travail déjà cité, est facilement entraîné, et qu'on peut le retrouver dans l'eau quand celle-ci a séjourné quelque temps dans les conduites. D'ailleurs, lorsque l'on examine les tuyaux qui ont servi, et qui présentent un dépôt à l'intérieur, il suffit d'y passer une plume pour en détacher des particules poussiéreuses, donnant avec les acides une dissolution plombique.

» Les conséquences à tirer de toutes ces expériences, c'est qu'il est prudent, dans tous les cas, de filtrer l'eau sortant des conduites en plomb, avant de s'en servir pour l'alimentation, et de rejeter celle qui y a séjourné longtemps. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Mode de conservation des bois employés dans les grandes industries et dans les chemins de fer.* Note de M. **Hubert.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Après m'être occupé de plusieurs systèmes pour la conservation des bois, pour les grandes industries, et principalement pour les chemins de fer, j'ai mis en pratique celui que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Ce système a donné les meilleurs résultats. Il suffit, pour s'en convaincre, de le mettre en regard de toutes les expériences qui ont été tentées et de tous les Rapports qui ont été faits sur la matière. C'est toujours le fer qui a été reconnu comme un des meilleurs agents conservateurs. La difficulté était, non dans la manière d'en injecter ou imprégner les bois, mais de leur faire conserver l'hydrate de peroxyde de fer injecté.

» Cet agent est essentiellement conservateur; il chasse des bois l'albumine qui s'y trouve, ainsi que les autres principes azotés qui, par leur fermentation, causent la détérioration des bois. Les insectes évitent ces bois, chargés de rouille, qui ne leur présentent plus qu'une nourriture nuisible. Cet agent remplacerait le sulfate de cuivre qui a de grandes qualités, mais dont l'effet devient nul dans les terrains où se trouvent des matières ammoniacales.

» Pour imprégner les bois ou les injecter, il suffit d'y planter des clous à tiges minces et longues, et à têtes plates et larges. En les mettant en terre, la rouille s'y forme et se répand partout d'une façon uniforme et permanente. On peut aussi entourer les traverses de fils de fer, etc. C'est ainsi que j'ai pu conserver intacts, pendant près de quinze ans, des bois plongés dans la terre humide. On a vu, dans l'eau, des bois bien conservés et qui y étaient depuis des siècles : cette conservation a toujours été attribuée à la présence du fer. Dans un vieux bâtiment en démolition, il est à remarquer que les bois garnis de clous sont toujours assez bien conservés et que les autres sont réduits en poussière. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'absorption d'oxygène et de l'émission d'acide carbonique par les feuilles maintenues à l'obscurité.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **H. Moissan.**

(Commissaires : MM. Decaisne, Fremy, Thenard.)

« 1. *La quantité d'acide carbonique émise par les feuilles à l'obscurité augmente avec l'élévation de température.* — Pour déterminer la quantité d'acide

carbonique émise par les feuilles dans l'obscurité à diverses températures, nous avons placé les organes en expérience dans ces éprouvettes tubulées à la partie inférieure, qui servent dans les laboratoires pour dessécher les gaz; l'éprouvette contenant la feuille était descendue dans un manchon recouvert de papier noir, de façon à éviter que la lumière déterminât la décomposition de l'acide carbonique émis. L'eau qui remplissait le manchon pouvait être portée de la température ordinaire jusqu'à 40 degrés au moyen d'un courant de vapeur d'eau, ou refroidie jusqu'à zéro à l'aide de fragments de glace. Un courant d'air dépouillé d'acide carbonique par son passage sur de la potasse caustique entraînait l'acide carbonique produit par la feuille, dans des boules de Liebig dont on notait l'augmentation de poids à la fin de l'expérience (1).

» On trouve, à l'aide de cet appareil, que l'émission d'acide carbonique augmente singulièrement avec l'élévation de température : c'est ce qu'ont observé, du reste, tous les physiologistes qui se sont occupés de cette question, et notamment M. Garreau, puis plus récemment M. Boehm; tandis qu'à 7 degrés 100 grammes de feuilles de tabac fournissent, en dix heures, $0^{gr},031$ d'acide carbonique, elles en donnent $0^{gr},193$ à 18 degrés, et $1^{gr},132$ à 41 degrés. Dans l'oxygène pur, la quantité d'acide carbonique émise n'augmente que dans une faible proportion. L'activité respiratoire des feuilles varie suivant qu'on les emprunte à une espèce ou à une autre : c'est ainsi qu'en dix heures 100 grammes de feuilles de *Ficus elastica* ne donnent que $0^{gr},011$ d'acide carbonique à 14 degrés et seulement $0^{gr},276$ à 42 degrés, tandis que, pendant le même temps, le même poids d'aiguilles de *Pinus pinaster* fournit, à 8 degrés, $0^{gr},058$ d'acide carbonique, et $1^{gr},333$ à 40 degrés, à peu près autant que les feuilles de tabac, d'oseille ou de moutarde.

» 2. *La quantité d'acide carbonique émise par les feuilles est comparable à celle que fournissent les animaux à sang froid.* — En ramenant les nombres donnés par MM. Regnault et Reiset à l'unité que nous avons adoptée (2), on trouve que les grenouilles donnent, par la respiration, des poids d'acide carbonique infiniment plus faibles que les feuilles de tabac, de moutarde

---

(1) Le Mémoire dont nous donnons ici un extrait est en composition aux *Annales des Sciences naturelles, Botanique,* tome XIX. La figure qui y est jointe montre tout le détail de l'appareil.

(2) 100 grammes de feuilles ou d'animal respirant pendant dix heures.

ou d'oseille; à 15 degrés, l'activité respiratoire des vers à soie est comparable à celle des feuilles caduques observées à 30 degrés, mais notablement supérieure à celle qu'elles manifestent aux températures de 15 à 20 degrés.

» 3. *Les feuilles maintenues à l'obscurité absorbent plus d'oxygène qu'elles n'émettent d'acide carbonique.* — Pour reconnaître dans quels rapports se trouvaient l'oxygène absorbé et l'acide carbonique émis, les feuilles ont été maintenues dans des cloches retournées sur le mercure; une mince couche d'eau les protégeait contre l'action délétère du métal : on trouva qu'à l'obscurité les feuilles consomment plus d'oxygène qu'elles n'émettent d'acide carbonique. L'effet est surtout sensible aux basses températures; on en jugera par l'exemple suivant : 30 grammes d'aiguilles de *Pinus pinaster* ont absorbé, en vingt-quatre heures, 7^{cc},7 d'oxygène et émis seulement 3^{cc},9 d'acide carbonique, tandis qu'à 35 degrés le même poids de *Pinus sylvestris* a absorbé 19^{cc},6 d'oxygène et dégagé 18^{cc},59 d'acide carbonique, c'est-à-dire des volumes qui approchent de l'égalité, au lieu de varier du simple au double. Les rameaux de quelques plantes grasses (*Agave, Opuntia*) absorbent parfois de l'oxygène, sans émettre d'acide carbonique. Nous avons vérifié cette observation, faite d'abord par Th. de Saussure; or, si l'on se rappelle que ces plantes renferment des quantités notables d'acide oxalique, on jugera sans doute que l'oxygène qu'elles consomment est employé à l'oxydation incomplète des hydrates de carbone et à la formation de l'acide qu'elles sécrètent abondamment; si l'oxygène fixé par les feuilles et non retrouvé à l'état d'acide carbonique est ainsi utilisé à la formation des acides végétaux, on conçoit que ceux-ci apparaissent en quantités d'autant plus grandes que les plantes qui les élaborent végètent à des températures plus basses.

» 4. *Les feuilles continuent d'émettre de l'acide carbonique dans une atmosphère dépouillée d'oxygène.* — Quand on maintient les feuilles dans une atmosphère confinée pendant plusieurs jours, à l'obscurité, elles absorbent tout l'oxygène jusqu'à la dernière trace, et, après que celui-ci a complétement disparu, elles continuent d'émettre de l'acide carbonique, de telle sorte que le volume du gaz va sans cesse en augmentant. La résistance à l'asphyxie par manque d'oxygène libre varie notablement d'une feuille à l'autre : tandis que les aiguilles de pin continuent, pendant quatre ou cinq jours, à émettre de l'acide carbonique; dans une atmosphère privée d'oxygène, des feuilles plus délicates, telles que celles de tabac, d'oseille, de *Ficus elastica*, de *Begonia*, ne tardent pas à se flétrir; la quantité d'acide

carbonique émise diminue alors considérablement sans que cependant le dégagement cesse absolument.

» 5. *Hypothèse sur l'utilité physiologique de la combustion interne qui se produit dans les feuilles.* — Les principes immédiats nécessaires à la croissance de la plante, à la formation de nouveaux organes, s'élaborent partiellement dans les feuilles; cette croissance est singulièrement favorisée par la chaleur obscure, puisque les horticulteurs ont reconnu utile de placer les plantes dont ils veulent hâter le développement sous des abris vitrés, qui déterminent la perte d'une partie des radiations lumineuses nécessaires à la décomposition de l'acide carbonique, par dispersion sur la surface de verre, mais qui maintiennent autour de la plante une température élevée. Or cette chaleur obscure est particulièrement favorable à l'énergie de la respiration, puisque nous voyons la quantité d'acide carbonique émise augmenter à mesure que la feuille est maintenue à une température plus élevée, de telle sorte qu'il semble exister entre la rapidité de la croissance et l'énergie de la respiration une liaison qui serait facile à comprendre si l'on admet qu'une certaine quantité de chaleur doit être mise en jeu pour que les principes immédiats puissent se former; la combustion interne accusée par l'absorption d'oxygène et l'émission d'acide carbonique serait l'origine d'une partie de la chaleur nécessaire à l'élaboration des nouveaux principes immédiats. »

M. **Burgue** adresse une Note sur la détermination de la vitesse de la lumière. Sa méthode consiste dans l'emploi d'une lumière intermittente comme source d'éclairage.

« Considérons, dit-il, un disque D tournant autour de son axe d'un mouvement très-rapide, et supposons qu'à chaque tour il soit éclairé par une lumière intermittente et instantanée. La petite raie noire a, située sur le disque, paraîtra tout à fait immobile, comme le disque lui-même.

» Si nous éloignons la source de lumière intermittente, le temps que mettra cette lumière pour venir éclairer la raie a étant plus grand, cette raie se déplacera, elle viendra en a', faisant avec la première position un certain angle aOa', et cet angle mesurera le temps qu'aura mis la lumière pour venir éclairer le disque.

» Si donc nous connaissons la distance de la source lumineuse et si nous déterminons exactement la valeur de l'angle aOa', nous aurons tous les éléments nécessaires pour déterminer la vitesse de la lumière. »

Après l'exposé du principe de sa méthode, M. Burgue indique les dispositions à prendre pour réaliser l'expérience.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Fizeau.

M. Cohen adresse une Lettre au sujet d'une Communication de M. Bouillaud, à la date du 29 septembre 1873, sur l'analyse et la théorie du pouls.

Sa Lettre est accompagnée d'une brochure, imprimée en allemand, ayant pour titre : « Myodynamique du cœur et des vaisseaux sanguins ». Suivant l'auteur, l'idée exposée par M. Bouillaud s'y trouve démontrée, aussi bien sous le rapport anatomique que sous le rapport physiologique. Les propositions de M. Cohen ont pour point de départ le rôle des couches circulaires et longitudinales des fibres musculaires des artères; les couches circulaires produisant la systole, tandis que les couches longitudinales produisent la diastole.

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Bouillaud.

M. Gruby adresse une Note relative à l'usage de la ouate pour le pansement des plaies. Il emploie depuis environ vingt-cinq ans ce mode de pansement, et il l'a appliqué, pendant la guerre, dans plusieurs ambulances.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Tretter adresse une Note renfermant quelques observations au sujet de la méthode de pansement de M. Guérin.

(Renvoi à la même Commission.)

M. Duchemin adresse une Note sur une modification de sa boussole circulaire. Au moyen d'un ou de plusieurs anneaux, il donne à la boussole une forme sphéroïdale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. Montjallard, M. Lasguignes, M. de Monestrol, Mme Debruge adressent à l'Académie des Communications relatives à divers moyens de combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. C. **Beuchot** adresse de nouveaux documents relatifs à son projet d'application de la vapeur à la navigation sur les canaux et rivières.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Séguier, Dupuy de Lôme, Jurien de la Gravière.)

M. de **Saint-Cricq Casaux** adresse une Lettre concernant les moyens qu'on pourrait employer pour creuser le lit des rivières aux points où elles s'ensablent et prévenir les inondations.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Belgrand.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, le troisième volume du « Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France ».

M. H. **Baillon** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Botanique, par le décès de M. *Cl. Gay*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage de M. *P. Bouley*, ayant pour titre : « De l'ostéomalacie chez l'homme et les animaux domestiques. »

PHYSIQUE. — *Faits relatifs à la vibration de l'air dans les tuyaux sonores.* Note de M. E. **Gripon**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Dans une précédente Communication page 1041 de ce volume, j'ai indiqué l'influence qu'exerce sur le ton d'un tuyau d'orgue une membrane voisine prise à l'unisson de ce tuyau; la membrane et le tuyau rendent alors un son commun qui est plus élevé que le son propre.

» Une masse d'air qui vibre isolément à l'unisson du tuyau placé à quelque distance et vis-à-vis de l'extrémité ouverte du tuyau en fait également monter le son, comme le faisait la membrane; l'altération est cependant moindre qu'avec une membrane.

» En représentant par 1 le nombre de vibrations du son primitif, le son altéré est représenté par 1,008 si l'on place la caisse renforçante d'un diapason *do*³ devant un tuyau de même hauteur et par 1,004 si l'on opère sur le son *do*⁴. Le son du tuyau baisse si l'on en approche une caisse d'air plus grave que lui; il monte si la caisse est plus aiguë, mais l'altération diminue à mesure que l'on s'éloigne de l'unisson.

» On place à la suite du tuyau un second tuyau ouvert, de même diamètre que le premier, et l'on donne à ce second tuyau des longueurs variables; on trouve que le son obtenu par l'ensemble des deux tuyaux est plus aigu que le son primitif, lorsque la longueur du second tuyau est justement égale à la distance de deux ventres, calculée d'après la hauteur du son primitif du tuyau. L'altération semble proportionnelle à la hauteur de ce son. Si on le représente par 1, le son altéré est 1,007.

» On mesure l'altération, en accordant primitivement le tuyau sur un diapason, de telle sorte qu'il n'y ait pas de battements lorsque les deux corps sonores résonnent simultanément. Lorsqu'on place le second tuyau à la suite du premier, on entend des battements que l'on peut compter; du nombre des battements par seconde on déduit la surélévation du ton.

» Si l'on augmente graduellement la longueur de la colonne surajoutée, le nombre des battements diminue et ils disparaissent lorsque la longueur de la colonne est 1,02, en représentant par 1 la distance de deux ventres, calculée sur le ton primitif qui s'est rétabli.

» Si l'on diminue graduellement la longueur du tuyau auxiliaire, le son, d'abord plus aigu que le son primitif, baisse brusquement au-dessous du son normal : il devient 0,94 à 0,96, au moment du passage. On arrive à des résultats analogues avec des colonnes d'air bouchées à une de leurs extrémités.

» On peut avec ces colonnes ouvertes ou fermées, comme avec les membranes, éteindre par leur approche le son du tuyau, si l'embouchure et la force du vent sont tellement réglées qu'un son plus aigu que le son primitif ne puisse se produire dans le tuyau.

» Si l'extrémité ouverte d'un tuyau était rigoureusement la place d'un ventre, il semblerait que l'on ne dût pas altérer le son en ajoutant à ce tuyau une colonne d'air de même diamètre, ayant pour longueur la distance théorique de deux ventres et distante de 1 millimètre à peine de l'orifice du tuyau; et cependant, dans ce cas, le son monte et ne redevient le même que si la colonne surajoutée est plus longue que la distance théorique.

M. Helmholtz, dans sa théorie des tuyaux sonores, suppose, pour simplifier

les calculs, que l'orifice du tuyau ouvert se trouve dans un plan solide indéfini qui enveloppe le tuyau de toutes parts et limite ainsi l'espace dans lequel se propagent les ondes sonores issues du tuyau. Il suppose d'ailleurs les dimensions de l'orifice négligeables par rapport à la longueur d'onde.

» L'existence d'un pareil plan peut-elle modifier le mouvement intérieur de l'air dans le tuyau? On ne saurait le dire *a priori*. Pour le savoir, on prend un tuyau cylindrique de 51 millimètres de diamètre à embouchure circulaire, mobile. On l'amène à l'unisson exact d'un diapason, *do*^{3} par exemple, puis on place dans le plan de l'orifice la surface d'un disque de bois percé d'une ouverture circulaire d'un diamètre un peu plus grand que celui du tuyau; il n'en touche pas les parois et ne gêne en rien leurs vibrations. On entend aussitôt des battements lorsqu'on fait résonner simultanément le tuyau et le diapason; le son du tuyau s'est abaissé. L'effet commence à se produire lorsque la couronne solide qui entoure le tuyau a 4 ou 5 millimètres de largeur. Le nombre de battements augmente avec cette largeur et atteint une limite qu'il ne dépasse plus lorsque la largeur de la couronne est égale ou supérieure au diamètre du tuyau. Pour un même disque, le nombre des battements par seconde ou l'abaissement du ton est proportionnel au nombre des vibrations et entre certaines limites, pour un même tuyau, il est proportionnel à la largeur de la couronne. Si l'on prend des couronnes de même largeur et des tuyaux de diamètre différent, rendant le même son, l'abaissement diminue avec le diamètre. Si le disque est assez large pour que l'abaissement ait atteint sa valeur maximum, le nombre des battements est proportionnel au diamètre des tuyaux. L'altération du son serait dès lors insensible si le diamètre du tuyau devenait extrêmement petit. C'est dans l'hypothèse d'un diamètre négligeable vis-à-vis de la longueur d'onde que M. Helmholtz a établi ses calculs. Si l'on veut étendre toutes les conséquences de sa théorie aux tuyaux d'orgue ordinaires, dans lesquels le rapport du diamètre à la longueur d'onde est fini, il faudra se rappeler que, dans ce cas, le mouvement vibratoire dans un tuyau isolé n'est pas rigoureusement le même que dans un tuyau dont l'orifice libre est encastré dans un plan solide. La différence des sons obtenus dans les deux cas est faible, il est vrai, mais elle n'en existe pas moins. Dans mes expériences, le nombre des vibrations se trouve diminué de $\frac{1}{140}$ de sa valeur lorsque le diamètre est $\frac{1}{17}$ de la longueur d'onde, et de $\frac{1}{400}$ si le diamètre est $\frac{1}{46}$ de la longueur d'onde. Peu importante au point de vue pratique, cette différence l'est davantage au point de vue théorique; elle

montre qu'il ne suffit pas, dans une théorie des tuyaux sonores, de poser pour seule condition relative à l'orifice ouvert que la condensation y est nulle. Il faut tenir compte et de ce qui se passe dans l'intérieur du tuyau et de ce qui se passe au dehors. Il ne suffit même pas, pour rendre compte de toutes les particularités de l'expérience, de combiner les équations du mouvement intérieur avec celles du mouvement des ondes hémisphériques qui se propagent loin du tuyau, dans l'espace libre; c'est ce qu'a fait M. Helmholtz. Il faudrait pouvoir analyser le mouvement de l'air dans les couches voisines de l'orifice, là où les ondes planes se transforment en ondes sphériques, et c'est ce que l'on n'a pu faire jusqu'ici. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle pile thermo-électrique.* Note de M. C. CLAMOND, présentée par M. Jamin.

« La pile thermo-électrique que j'ai l'honneur de soumettre à l'Institut, et que j'ai surnommée *générateur thermo-électrique*, ne présente dans son ensemble rien qui soit absolument nouveau; mais, par les détails de sa construction et son mode de chauffage, elle réalise un appareil essentiellement pratique et industriel, puisqu'elle réunit cette double qualité de produire sous un petit volume et avec une dépense de gaz relativement faible un courant énergique et constant.

» Je crois, avant d'entrer dans les détails techniques concernant mon appareil, devoir jeter un regard rétrospectif sur la question. Les courants thermo-électriques découverts par Seebeck ont été l'objet d'études très-approfondies de la part de savants distingués, entre autres de MM. Marcus et Ed. Becquerel. Ce dernier a longuement et minutieusement étudié les lois du développement des courants thermo-électriques, dans des substances différentes et à diverses températures, et l'on peut dire que, si ses travaux n'ont pas produit une pile thermo-électrique pratique, ils n'en ont pas moins droit à la reconnaissance de tous ceux qui se sont occupés d'applications thermo-électriques.

» Le premier essai d'appareil pratique fut fait par M. Farmer, qui produisit deux de ses modèles à l'Exposition universelle de 1867. Ces appareils, réellement remarquables, avaient le défaut de perdre rapidement leur force. Les barreaux, excessivement fragiles, se brisaient en se refroidissant.

» Le 31 mai 1869, M. Becquerel présentait à l'Institut une pile thermo-électrique que j'avais construite en collaboration de M. Mure, avec des couples de galène et des lames de fer.

» Il constatait en même temps que l'affaiblissement du courant provenait, non de la diminution de la force électro-motrice, mais de l'augmentation de la résistance de l'appareil. Je dois dire, pour rendre justice à mon collaborateur d'alors, M. Mure, que si nos efforts communs ne parvinrent pas à rendre les piles à galène durables, ils contribuèrent à donner aux barreaux et à l'ensemble de la pile une disposition que j'ai conservée, n'en ayant pas trouvé de meilleure.

» Les recherches que j'ai faites par la suite m'ont prouvé que l'augmentation de la résistance intérieure était due à deux causes :

» 1° Oxydation des contacts des lames polaires avec le barreau cristallisé, sous l'influence de la chaleur;

» 2° Fendillation du barreau et séparation de ses différentes parties suivant des plans perpendiculaires à sa longueur.

» J'ai évité le premier inconvénient par une disposition particulière de l'attache de la lame polaire. A cet effet la lame métallique, découpée au balancier, est repliée sur elle-même de manière à présenter une ou plusieurs charnières. Ces charnières, prises dans la coulée, se trouvent d'abord enveloppées par le métal, qui s'introduit ensuite dans leur intérieur et forme ainsi des noyaux métalliques. Ces derniers, se dilatant plus que les charnières, pressent constamment contre elles, de sorte que l'action de la chaleur ne tend qu'à raffermir les contacts.

» Quant au second inconvénient, il était bien plus difficile à constater et à éviter.

» Lorsqu'on coule un corps thermo-électrique, soit un métal, soit un sulfure métallique, dans un moule froid de forme cubique, il se forme trois plans de séparation parallèles aux faces du cube, de sorte que l'on obtient par le fait huit cubes séparés. Ces séparations ne sont pas visibles de prime abord; mais, après avoir chauffé plusieurs fois de suite la masse, on constate en la brisant l'existence de ces trois plans par des couches noires provenant de l'oxydation de ces surfaces intérieures. Ce fait peut s'expliquer en ce sens que les corps thermo-électriques, étant dépourvus d'élasticité et tous plus ou moins cassants, se séparent en parties distinctes qui cristallisent sur les parois du moule. Les corps thermo-électriques coulés dans des moules froids sont excessivement fragiles. On a cru, en faisant recuire ces barreaux, améliorer leur condition physique. Le recuit donne au barreau un aspect plus solide, mais ne fait que développer les fentes qui se sont formées par la coulée. J'ai monté des piles avec des barreaux re-

cuits et d'autres non recuits, soit en galène, soit en alliages métalliques, et j'ai toujours remarqué que les barreaux recuits faiblissaient plus rapidement encore que les autres. Les conditions à remplir pour obtenir des barreaux homogènes sont les suivantes : annihiler l'influence des parois du moule et empêcher le plus possible la cristallisation.

J'ai employé à cet effet un procédé analogue à celui qui est usité pour donner aux bougies stéariques de la solidité en empêchant la cristallisation. Le moule étant chauffé à une température très-voisine du point de fusion de la substance thermo-électrique, celle-ci est coulée elle-même très-près de son point de solidification.

» J'ai adopté pour la confection de mes couples l'alliage de zinc et d'antimoine employé par Marcus et des lames de fer pour armatures. J'ai adopté l'alliage antimoine et zinc, parce qu'il est bon conducteur de l'électricité et parce que la température de son point de fusion rend plus pratique et plus facile à réaliser mon mode de coulage. Mais je dois, en passant, signaler un fait qui est en opposition avec les idées admises jusqu'à ce jour.

» On sait que l'alliage, zinc et antimoine, possède sa propriété thermo-électrique à son maximum d'intensité lorsqu'il est composé d'équivalents chimiques égaux des deux métaux qui le constituent. Or l'expérience m'a conduit à affaiblir la tension de mes barreaux de manière à gagner en quantité ce que je perds en tension. Ainsi le modèle que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie dépose 20 grammes de cuivre à l'heure, et le même modèle, construit avec des barreaux du même alliage d'une tension plus forte, ne dépose que 12 grammes à l'heure. Cela tient à ce que la résistance du barreau diminue plus vite que sa force électro-motrice et que, par le fait, la constante $\frac{E}{R}$ du couple augmente. Il résulte de là que les barreaux les plus énergiques ne sont pas ceux qui constituent les piles les plus énergiques.

» J'emploie le fer préférablement au cuivre et à l'argentan, parce que ces derniers métaux sont attaqués, dissous par l'alliage et que les armatures qu'ils constituent sont mises rapidement hors de service. Le fer, au contraire, résiste très-bien.

» Ainsi construits, les barreaux thermo-électriques ont pu constituer des piles qui ne sont plus sujettes à détérioration. J'ai dû à l'obligeance de M. Jamin la faculté de faire fonctionner ces appareils dans son laboratoire de la Sorbonne et d'y continuer mes études et mes travaux. C'est ainsi

qu'un de mes appareils y a fonctionné six mois sans éprouver de variation.

» Voici, du reste, la disposition de l'appareil :

» Les barreaux sont assemblés en couronnes et accouplés en tension. Ces couronnes, composées de dix barreaux chacune, sont superposées et séparées entre elles par des rondelles en amiante.

» Le tout forme un cylindre dont l'intérieur est luté avec de l'amiante et chauffé au moyen d'un tuyau en terre réfractaire percé de trous. Le gaz, mélangé à l'air, sort de l'intérieur de ce tuyau et vient brûler dans l'espace annulaire compris entre le tube et les barreaux. Les extrémités des couronnes viennent aboutir à des pinces en cuivre fixées sur deux planchettes. Les couronnes peuvent être accouplées en tension ou en surface : la surface que peut recouvrir chaque couronne est de 7 décimètres carrés, ce qui fait 35 décimètres carrés pour toute la pile. On obtient alors un dépôt moyen de 20 grammes à l'heure de cuivre de bonne qualité.

» La dépense du gaz est réglée au moyen d'un régulateur (rhéomètre) de M. Giroud, qui la rend invariable et met à l'abri des variations de pression.

» Ainsi disposée et construite, la pile marche des mois entiers sans entretien ni surveillance, fournissant un courant absolument constant.

» Le modèle présenté dépense 170 litres, c'est-à-dire environ 5 centimes de gaz à l'heure, et dépose 20 grammes de cuivre, ce qui porte la dépense de gaz par kilogramme de cuivre déposé à $2^{fr},50$. Un certain nombre de ces modèles fonctionnent depuis plusieurs mois dans des ateliers de galvanoplastie, entre autres ceux de la maison Goupil et de l'imprimerie de la Banque.

» J'ajouterai, avant de terminer, que je construis des modèles de différentes grandeurs. J'ai reconnu que la quantité d'électricité augmente proportionnellement à la grosseur des pièces. Je fais donc des barreaux de dimensions très-variables et dont les poids varient de 50 grammes à 4 kilogrammes. L'expérience m'a démontré qu'à nombre égal de couples les poids de cuivre déposé étaient proportionnels aux poids des couples.

» Les couples qui constituent l'appareil en question pèsent 200 grammes; trente d'entre eux équivalent à un couple de Bunsen de 18 centimètres de hauteur. La force électro-motrice de l'appareil est donc à celle d'un couple de Bunsen comme 5 est à 3. »

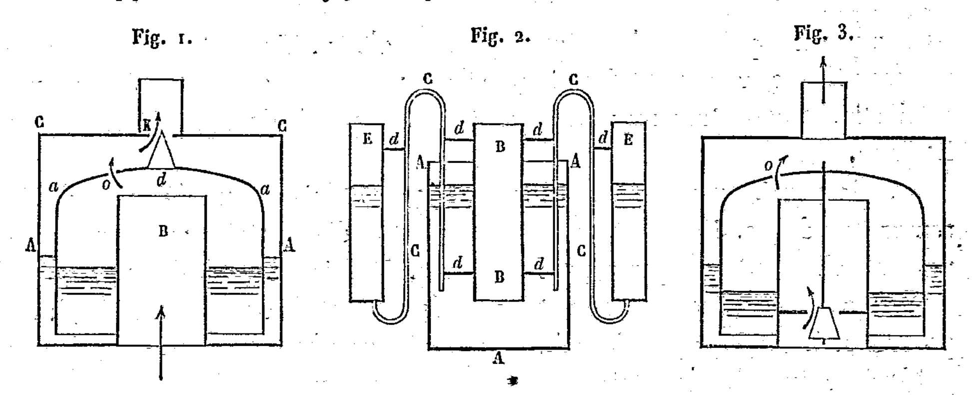
PHYSIQUE. — *Sur un régulateur de volume pour courant de gaz.* Note de M. H. Giroud, présentée par M. Jamin.

« On s'est depuis longtemps occupé de régler la flamme du gaz soit pour l'industrie, soit pour les besoins des laboratoires. Clegg, en 1816, pour les usines de production du gaz, MM. Paul Thenard, Bunsen, Henri Giroud, etc., pour les besoins des laboratoires, y sont arrivés en réglant la *pression* devant le brûleur, de sorte que le volume dépensé change avec ce dernier; M. Giroud peut aussi régler le *volume*, de sorte qu'en changeant le brûleur le volume dépensé reste le même : c'est la pression qui change. Les applications fréquentes qu'on fait du gaz dans les laboratoires, le besoin qu'on y peut avoir, dans certaines recherches, d'un écoulement invariable, l'utilité qu'il y a à chauffer des étuves, des bains à une température constante, m'ont permis de croire que cette question présente de l'intérêt.

» Le problème résolu est celui-ci :

» *Rendre le volume qui s'écoule en un point donné d'un courant de gaz indépendant des variations de pression du gaz et de la grandeur de l'orifice final d'écoulement.*

» L'appareil, dont la *fig.* 1 représente en grandeur naturelle une coupe



axiale, se compose d'un bassin cylindro-annulaire A, fermé par un couvercle C; d'une cloche métallique *a* très-légère, qui plonge dans un liquide versé dans le bassin : on choisit la glycérine, qui ne se congèle ni ne s'évapore aux températures atmosphériques. La cloche porte à son sommet un obturateur d'une forme quelconque (la cloche elle-même pouvant en jouer le rôle), qui vient fermer plus ou moins le passage K laissé au gaz dans le couvercle; un trou *o* est pratiqué dans la partie supérieure de la cloche.

» Quand le gaz arrive par le cylindre intérieur B, il soulève la cloche qui prend une certaine position d'équilibre.

» Soient

p la pression du gaz sous la cloche, pression rapportée à l'unité de surface;

p' la pression du gaz sur la cloche, pression rapportée à l'unité de surface;

π le poids de la cloche;

S' la section droite de la cloche.

» Dans la position d'équilibre on a évidemment, puisque les forces verticales ont une résultante nulle,

$$pS = p'S + \pi, \quad \text{d'où} \quad pS - p'S = \pi,$$

d'où

$$p - p' = \frac{\pi}{S},$$

valeur constante.

» Or le gaz passe en o sous la pression constante $p - p'$: donc, dans le même temps, il passe toujours en o le même volume de gaz, et par suite il en est de même au bec où il se brûle. Nous supposons évidemment que la densité du gaz reste la même, c'est-à-dire que la variation Δp de p est très-petite par rapport à p. Dans la pratique de l'industrie du gaz d'éclairage, $\frac{\Delta p}{p}$ est toujours plus petit que $\frac{1}{100}$. Nous négligeons encore :

» 1° La variation du poids de la capsule due à l'immersion;

» 2° La différence des sections droites de la cloche à l'intérieur et à l'extérieur;

» 3° La variation d'action de la pression sur la cloche aux environs de K.

» Dans les appareils de précision, ces causes perturbatrices sont éliminées : nous allons seulement indiquer ici le principe de la première correction qui sert également dans nos régulateurs de pression.

» B (*fig.* 2) représente le volume qui s'immerge; E, E sont deux vases ouverts liés invariablement à B et communiquant par les siphons C avec le liquide où est plongé B. Supposons que la somme des sections intérieures de E égale la section de B et de C. Quand B s'immerge ou s'émerge, l'appareil s'allége ou s'alourdit du poids de l'eau déplacée; mais, en même temps, il s'alourdit ou s'allége du poids égal d'eau qui entre dans les vases E ou qui en sort par les siphons C : le poids de l'appareil ne varie donc pas. On voit aussi que le niveau de l'eau ne change pas dans le vase A.

» Dans la disposition de la *fig.* 3 le *rhéomètre* (c'est le nom donné par M. Giroud à son régulateur de volume) a l'obturateur placé en dessous de la capsule et l'on verrait facilement que la pression est constante sous cette capsule, de sorte que, en y prenant le gaz par un tuyau, la *pression* serait réglée dans ce tuyau. Avec ce mode de construction, le *rhéomètre* au-dessous de la capsule fonctionne comme *régulateur de pression*, au-dessus comme *régulateur de volume*.

» Il est facile d'avoir variable *à volonté* le volume fixé. On obtiendrait ce résultat si l'on pouvait à volonté augmenter ou rétrécir le trou *o* de la capsule. Or, si cela n'est pas possible pratiquement, rien n'est plus simple que d'avoir un tuyau qui, prenant le gaz au-dessous de la capsule et le ramenant au-dessus, jouera le même rôle que le trou *o*; un robinet placé à l'extérieur sur ce tuyau permettra de modifier la grandeur du passage. »

CHIMIE. — *Sur le tétraiodure de carbone*. Note de M. G. **Gustavson**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai démontré dans mon dernier travail (1) que la quantité de tétrabromure de carbone qui se forme par l'action de certains bromures sur le tétrachlorure de carbone diminue à mesure que le poids atomique de l'élément combiné au brome augmente. C'est cette observation qui m'a conduit à admettre que le tétraiodure de carbone, s'il peut exister, doit se produire de préférence par double décomposition entre le tétrachlorure de carbone et les iodures des éléments à poids atomique peu élevé. Parmi ces iodures j'ai choisi l'iodure d'aluminium, car on pouvait s'attendre que cet iodure, étant facilement soluble dans l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone, se dissoudrait aussi dans le tétrachlorure de carbone. J'ai préparé l'iodure d'aluminium par le procédé suivant. L'aluminium métallique en feuilles ou en fils est placé dans une cornue tubulée, puis traité par une certaine quantité d'iode ne dépassant pas $\frac{1}{2}$ ou 1 pour 100 de la quantité nécessaire pour la formation de AlI^3. On fait passer à travers la cornue un courant d'acide carbonique sec et l'on chauffe en même temps. La réaction se produit bientôt avec dégagement de lumière; on commence alors à ajouter peu à peu de l'iode à l'aluminium sans faire cesser le courant d'acide carbonique. Il est inutile de chauffer la cornue pendant cette opération : la réaction est très-vive et se continue d'elle-même, en déve-

(1) *Essai sur les réactions de double décomposition en l'absence de l'eau.*

loppant assez de chaleur pour que l'iodure d'aluminium formé reste à l'état liquide. Si l'on ajoute l'iode trop vite, sans avoir la précaution d'attendre chaque fois que la réaction soit finie, beaucoup d'iode se volatilise. Toute la proportion d'iode employée doit être un peu inférieure à celle qui est exigée par la théorie, et un petit excès d'aluminium doit rester dans la cornue à l'état métallique. L'addition de l'iode étant terminée, on chauffe la cornue jusque vers la température d'ébullition de l'iodure d'aluminium. La réaction s'achève alors et le liquide devient incolore. Il est facile de préparer ainsi dans l'espace de deux heures 1 kilogramme d'iodure d'aluminium.

» La réaction entre l'iodure d'aluminium et le tétrachlorure de carbone est extrêmement vive. Chaque goutte de tétrachlorure qui tombe sur l'iodure produit une sorte d'explosion et en même temps l'iode libre se sépare en masse. Pour rendre la réaction moins énergique, j'ai employé le sulfure de carbone comme dissolvant des deux corps réagissants et voici comment j'ai opéré. Après avoir laissé refroidir l'iodure d'aluminium fondu, on brise la cornue, on concasse rapidement la masse solide d'iodure d'aluminium et on la dissout dans le sulfure de carbone jusqu'à saturation. Quelques expériences m'ont démontré que cette solution, saturée à la température ordinaire, contient 1 partie de AlI^3 pour 3 parties de CS^2. On fait arriver dans cette solution refroidie à zéro, goutte à goutte, du tétrachlorure de carbone mélangé à un volume égal de sulfure de carbone, tout en tâchant d'opérer, autant qu'il est possible, à l'abri de l'air. Il faut employer pour la réaction une quantité de tétrachlorure de carbone un peu inférieure à celle qui est exigée par l'équation $3CCl^4 + 4AlI^3 = 3CI^4 + AlCl^3$. Après avoir ajouté toute la quantité de tétrachlorure, on sépare le liquide par décantation du dépôt formé, qui ne semble être que du chlorure d'aluminium. On lave à l'eau le liquide décanté et on le distille. Il faut encore éviter le contact de l'air pendant ces opérations, car le liquide, qui n'est autre chose qu'une dissolution du tétraiodure de carbone dans le sulfure de carbone, se décompose aisément sous l'influence de l'oxygène, en mettant de l'iode en liberté. Après avoir chassé le sulfure de carbone au bain-marie, on obtient un dépôt grenu cristallin, de la couleur de l'iode. Pour éloigner les dernières traces de sulfure de carbone, on fait passer un courant d'acide carbonique sec sur ce dépôt et on le lave ensuite, d'abord avec une solution de bisulfite de soude, puis avec de l'eau, et l'on sèche à l'air les cristaux obtenus. Ce corps, d'un rouge foncé, est le tétraiodure de carbone presque pur. Le rendement

va jusqu'à 50 pour 100 de la quantité théorique. Pour purifier le tétraiodure ainsi obtenu, on le fait dissoudre de nouveau dans du sulfure de carbone à l'abri de l'air et on le fait cristalliser en refroidissant la solution. J'ai employé pour cette dernière opération des tubes scellés et recourbés vers leur milieu sous un angle obtus.

» Après avoir introduit du tétraiodure de carbone et du sulfure de carbone dans le tube et scellé celui-ci, on le chauffe au bain-marie, on décante la solution formée en la faisant passer dans l'autre branche du tube, et on l'y laisse refroidir. La cristallisation étant finie, on décante de nouveau, on coupe la partie du tube qui contient les cristaux et l'on y fait passer un courant d'acide carbonique sec. Ces cristaux, abandonnés à l'air pendant quelque temps, perdent un peu l'iode libre qui leur communiquait une couleur noirâtre, et se colorent en rouge foncé. Pour doser l'iode dans ces cristaux, j'ai eu recours à l'éthylate de sodium. Leur combustion a été faite avec du chromate de plomb dans un courant d'air. La matière a été placée dans une nacelle de platine devant laquelle se trouvait une certaine quantité d'argent métallique *moléculaire*; cette précaution est indispensable, car autrement l'iode libre pénètre jusqu'à l'appareil contenant du chlorure de calcium. Les analyses ont donné les résultats suivants :

I. 0,241 de substance ont fourni 0,418 de AgI et 0,0095 de Ag.
II. 0,4425 » » 0,7985 de AgI.
III. 1,618 » » 0,147 de CO^2 et 0,0045 de H^2O.
IV. 1,140 » » 0,100 de CO^2 et 0,0015 de H^2O.

		Calculé.	I.	II.	III.	IV.
C	12	2,3	»	»	2,47	2,38
I^4	508	97,7	98,29	97,51	»	»
	520	100,0				

» Le tétraiodure de carbone à l'état cristallisé est d'un rouge foncé; mais cette couleur devient plus claire quand les cristaux sont petits, et à l'état pulvérisé le corps possède une vive couleur rouge minium. M. Eroféew, professeur à l'Université de Saint-Pétersbourg, a eu l'obligeance de mesurer les cristaux et de me communiquer les résultats suivants :

« Les cristaux appartiennent au système régulier; ce sont constamment des octaèdres. En les mesurant, j'ai trouvé cependant que leurs angles diffèrent assez considérablement de la valeur calculée (109°28′16″). Ainsi j'ai trouvé 108°3′, 108°7′, 108°8′ pour les trois angles formés par les quatre faces de l'angle solide de l'octaèdre. Il est à remarquer pourtant que les images réfléchies par les pans n'étaient que peu distinctes. L'absence de

l'action sur la lumière polarisée et du dichroïsme m'ont montré cependant que j'avais bien affaire au système régulier. »

» Le poids spécifique du tétraiodure de carbone à 20°,2 a été trouvé égal à 4,32. Cette détermination n'est pas facile, car l'eau ne mouille la substance que difficilement.

» Il suffit de chauffer faiblement le tétraiodure de carbone pour qu'il commence à se décomposer en dégageant de l'iode. L'expérience suivante montre que l'air, en agissant sur l'iodure de carbone, produit une quantité notable d'acide carbonique. On a fait passer un courant d'air exempt d'acide carbonique sur des cristaux de tétraiodure de carbone placés dans une fiole chauffée à 100 degrés, et l'on a fait arriver le gaz sortant de l'appareil dans l'eau de baryte. Une certaine quantité de carbonate de baryum s'est formée bientôt, tandis que l'iode libre s'est sublimé et a couvert les parties supérieures de la fiole. La quantité du tétraiodure diminue peu à peu pendant cette opération, mais un certain résidu demeure toujours, même après plusieurs heures. Ce résidu est formé de charbon très-divisé. Il est très-probable que l'action de l'air sur l'iodure de carbone est encore la même à la température ordinaire, quoique plus faible. Mais dès que l'iodure de carbone est dissous, soit dans le sulfure de carbone, soit dans l'iodure de méthyle (qui le dissout en grande quantité), soit dans le chloroforme, l'éther, l'alcool, l'action de l'air sur ces dissolutions devient très-prononcée, et l'iode est facilement mis en liberté. Traité par du chlore sous une couche d'eau, le tétraiodure de carbone se transforme en tétrachlorure. Le brome le convertit en tétrabromure de carbone. Soumis à l'ébullition avec de l'eau, l'iodure de carbone fournit de l'iodoforme, qui est entraîné par les vapeurs aqueuses. Lorsqu'on traite à chaud l'iodure de carbone par de l'acide iodhydrique faible, l'iode se sépare aussitôt et il se produit de l'iodoforme. La potasse en solution alcoolique le décompose facilement. L'acide sulfurique et la potasse aqueuse ne décomposent que lentement le tétraiodure de carbone, même à chaud.

» Je me propose d'étendre mes recherches aux autres iodures de carbone qui peuvent exister et à leurs dérivés, et d'étudier le remplacement du chlore par l'iode dans les composés organiques en général. »

CHIMIE. — *Nouvelles recherches sur le phosphore noir.* Note de M. **Blondlot.**

« On sait que le phosphore noir a été signalé pour la première fois par M. Thenard, qui, l'ayant obtenu après avoir distillé le même phosphore un grand nombre de fois, avait émis l'opinion qu'il ne se produisait qu'avec du phosphore parfaitement pur. La question du phosphore noir avait été, depuis, fort controversée, lorsque, en 1865, j'entrepris moi-même, sur ce sujet, quelques recherches qui m'amenèrent à adopter à peu près les idées de M. Thenard. Toutefois, en 1870, ayant étudié de nouveau la question, je suis arrivé à des résultats bien différents. Dans un Mémoire présenté à l'Académie j'établis, en effet : 1° que le phosphore noir est du phosphore ordinaire, qui doit sa couleur à la dissémination dans sa masse d'une sorte de *pigmentum* excessivement ténu ; 2° qu'il est toujours facile de l'obtenir en distillant, ou même en maintenant longtemps à l'état de fusion du phosphore ordinaire en présence du mercure ou de ses composés qui produisent le *pigmentum ;* 3° qu'aucune autre substance que le mercure n'est capable d'amener ce résultat.

» Je croyais avoir suffisamment établi ces faits lorsque, dans ces derniers temps, un habile chimiste, M. Ritter, a présenté à l'Académie un Mémoire dans lequel il attribue aussi à l'arsenic le rôle que j'attribuais au mercure exclusivement. C'est ce qui m'a engagé à reprendre une troisième fois ce sujet.

» Avant d'exposer le résultat de la vérification que je me proposai, je crois devoir préciser ce qu'on doit entendre par *phosphore noir.* Or, ce qui caractérise essentiellement ce corps, c'est que, tant qu'il est à l'état de fusion, il ne diffère en rien du phosphore normal, tandis que, au moment qu'il se solidifie, il devient subitement noir, pour redevenir blanc par une nouvelle fusion, et ce indéfiniment, phénomènes que l'on a attribués, avec raison, à l'influence exercée sur la lumière par les corps très-divisés, telle que M. Tyndall l'a fait connaître. On a cru devoir attacher, dans ce cas, une grande importance à ce que la solidification du phosphore se fit avec rapidité, par une sorte de trempage ; mais j'ai constaté maintes fois que cette condition n'était pas indispensable. Quoi qu'il en soit, on ne saurait confondre, comme on l'a fait, le véritable phosphore noir de M. Thenard avec du phosphore souillé par son mélange avec certains phosphures métalliques que l'on peut obtenir en distillant du phosphore avec les chlorures de ces

métaux, notamment avec le chlorure de cuivre ; car ces phosphores noircis restent *aussi noirs*, pendant la fusion, qu'après leur solidification.

» Les caractères de ce qu'on appelle le *phosphore noir* étant ainsi bien définis, il s'agissait de vérifier si les préparations arsénicales pouvaient lui donner naissance. Dans ce but, j'ai d'abord distillé du phosphore normal avec des quantités variables d'acide arsénieux à l'état concret. J'ai répété l'expérience un grand nombre de fois, soit avec le même phosphore, soit avec du phosphore nouveau. Or toujours le produit obtenu est resté, après sa solidification, aussi blanc que le phosphore le plus pur. M. Ritter paraissant attacher quelque importance à ce que le phosphore expérimenté eût d'abord séjourné, pendant un certain temps, dans des solutions arsénicales, j'ai pris le parti de ne le soumettre à la distillation qu'après qu'il eût été plongé dans une solution chlorhydrique d'acide arsénieux, pendant un temps qui a varié de vingt-quatre heures à un mois. Le résultat a toujours été le même. Enfin je n'ai pas réussi davantage en maintenant plus ou moins longtemps le phosphore en fusion dans ces mêmes solutions arsénicales, et en le trempant ensuite, à plusieurs reprises, conformément aux indications de l'auteur.

» Toutefois, je dois dire que si l'arsenic n'engendre pas de phosphore noir, du moins ne met-il aucun obstacle à sa production, ce dont je me suis assuré à plusieurs reprises, soit en distillant, soit en maintenant simplement à l'état de fusion du phosphore normal en présence du mercure et d'une solution arsénicale; c'est même ce qui expliquerait, selon moi, les résultats obtenus par M. Ritter, en admettant qu'il aurait employé dans ses expériences du phosphore qui, indépendamment de l'arsenic, contenait accidentellement une trace infinitésimale de mercure: ce que l'on admettra facilement, si l'on considère qu'il suffit, par exemple, que des bâtons de phosphore aient traversé la cuve à mercure pour que les globules presque imperceptibles de métal, adhérents à leur surface, donnent naissance à du phosphore noir, après une ou plusieurs distillations. »

M. P. Thenard fait, au sujet de cette Communication, les observations suivantes :

« Il y a plus de vingt ans, comme M. Berthelot et bien d'autres chimistes, j'avais obtenu du phosphore noir en mettant du phosphore ordinaire au contact d'un sel de cuivre; j'en fis part à mon père, qui se mit à sourire et me le fit apporter.

» L'ayant maintenu en fusion pendant une heure et demie environ, il en dégagea le phosphure de cuivre par simple dépôt, et le phosphore, passé à la peau de chamois, redevint tout à fait transparent et d'une teinte légèrement ambrée. Ayant pris du phosphore tel qu'il est livré par les fabricants et l'ayant distillé huit à neuf fois dans un appareil en verre qui n'avait jamais servi, il obtint, en précipitant le refroidissement, un phosphure brun, qui, après quatre distillations encore, devint tout à fait noir, et resta tel malgré les nombreuses fusions qu'on lui fit subir. Enfin, traitant par l'acide nitrique ce phosphore noir, il me démontra que l'acide phosphorique ainsi obtenu ne prenait aucune teinte par l'acide sulfhydrique ou les sulfhydrates alcalins, tandis que l'acide phosphorique obtenu avec le mien donnait un précipité noir, très-net.

» Ne peut-on pas supposer que le phosphore noir de mon père devrait sa couleur à quelques traces de phosphore amorphe, qui, après avoir été entraîné dans la distillation, se maintiendrait en dissolution dans le phosphore ordinaire, tant que celui-ci serait en fusion, pour s'en séparer au moment de la solidification, et colorer alors la masse en brun si intense qu'elle semblerait noire?

» S'il en était ainsi, la nécessité de ces distillations répétées s'expliquerait : il faudrait en effet attendre du hasard celle qui, réunissant les circonstances favorables, produirait le phénomène. »

CHIMIE. — *Action de l'hydrogène pur sur le nitrate d'argent.* Note de M. **H. Pellet.**

« Divers savants se sont récemment occupés de l'action de l'hydrogène pur sur le nitrate d'argent.

» En 1872, M. Houzeau indiqua un procédé de dosage de l'arsenic fondé sur la transformation en hydrogène arsénié en présence du zinc pur et de l'acide chlorhydrique (1). L'hydrogène arsénié était absorbé à mesure de sa production par une solution de nitrate d'argent (additionnée de deux à trois gouttes d'acide azotique ou $0^{gr},5$ d'acide acétique par 10 centimètres cubes). « C'est à tort, » dit l'auteur, « que certains chimistes ont affirmé que l'hydrogène pur réduisait aussi le sel d'argent. »

» La sensibilité excessive de ce procédé dans les conditions où il est décrit ne pouvait laisser aucun doute à ce sujet.

» Les expériences de M. Regnault paraissaient en contradiction avec ce fait.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1823; 1872.

» Récemment, le D[r] Russell, dans un Mémoire sur le même sujet (1), revint sur ces faits et arriva aux conclusions suivantes :

» 1° L'hydrogène pur occasionne un précipité plus abondant dans les solutions concentrées que dans les solutions étendues.

» 2° La formation de ce précipité est facilitée par une élévation de température.

» 3° L'acide nitrique du nitrate est mis en partie en liberté avec formation de nitrite d'argent.

» En présence de ces contradictions nous avons repris ces essais, et nous avons reconnu qu'elles provenaient du plus ou moins de neutralité du sel d'argent :

» 1° *Action à froid de l'hydrogène pur sur une solution de nitrate d'argent neutre.* — L'hydrogène, obtenu avec du zinc distillé et de l'acide chlorhydrique purifié par le procédé de M. Houzeau, traverse deux flacons laveurs renfermant l'un de la soude, l'autre du nitrate d'argent, pour enlever les moindres traces d'acide et d'arsenic. Dans ces conditions, le gaz est sans action sur le nitrate d'argent (30 grammes par litre), même par une action prolongée. A la température de 80 degrés, on obtient un léger précipité gris jaunâtre qui ne se forme que pendant les premiers instants de l'expérience, et qui est d'autant plus abondant que la solution est plus concentrée.

» On peut expliquer ce fait, qui paraît confirmer une des assertions de M. Russell, en admettant que le nitrate d'argent neutre renferme une certaine quantité d'oxyde d'argent qui est réduit par l'action de l'hydrogène pur. En effet, la solution, séparée du précipité par filtration, n'est plus précipitable par l'hydrogène.

» 2° *Nitrate d'argent alcalin.* — Le nitrate d'argent fondu présente toujours une réaction alcaline plus ou moins prononcée, qu'il doit à la présence d'une trace d'oxyde d'argent dissous, réductible à chaud et à froid par l'hydrogène pur. Si l'on acidifie la liqueur par quelques gouttes d'acide azotique, cette action ne se manifeste plus; quant à la formation du nitrite d'argent, admise par M. Russell, nous avons pensé qu'un corps aussi instable ne saurait exister en présence de l'acide nitrique, surtout à une température élevée. C'est ce qu'a vérifié l'expérience.

» Une solution d'azotate d'argent a été acidifiée à l'aide de deux gouttes d'acide azotique (pour 20 centimètres cubes). Une partie, chauffée en pré-

(1) *Chemical News*, t. XXVIII, p. 777, et *British Journal of Photography*, déc. 1873.

sence de papier ioduro-amidonné, ne décela aucune trace de composés nitreux. Dans les mêmes conditions, l'addition de 1 ou 2 milligrammes de nitrite d'argent influença immédiatement le papier réactif.

» En résumé :

» 1° Une solution de nitrate d'argent neutre ou très-légèrement acide n'est pas réduite à froid par l'hydrogène pur.

» 2° Le nitrate alcalin subit à froid un commencement de réduction proportionnelle à son alcalinité, et l'élévation de la température accélère l'action réductrice.

» 3° L'hydrogène est sans action sur une solution de nitrate acide à chaud ou à froid.

» 4° L'azotite d'argent ne peut exister en présence de l'acide azotique, surtout à chaud (1). »

M. le Secrétaire perpétuel rappelle que, en s'occupant de ses expériences sur les poids atomiques, M. Stas avait reconnu qu'au moment où le nitrate d'argent desséché atteint le point de fusion, il s'en dégage quelques traces d'acide et qu'il passe de l'état neutre à l'état alcalin; mais la perte qu'il éprouve étant égale à $\frac{1}{15748}$ de son poids seulement, elle n'exerce pas d'influence appréciable sur le rapport entre l'acide azotique et l'oxyde d'argent; elle n'en a aucune non plus sur le rapport entre l'azote et l'argent, objet principal que M. Stas avait en vue.

Il n'y a donc rien à rectifier, ajoute-t-il, malgré les faits que signale M. Pellet, aux résultats de M. Stas, relativement au poids d'azotate d'argent séché ou fondu qu'un poids donné d'argent peut fournir.

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur les phosphates solubles destinés à l'Agriculture*; par M. A. Millot.

« Dans la fabrication des phosphates solubles, dits *superphosphates*, une partie du phosphate, rendue soluble par l'acide sulfurique, devient quelquefois insoluble pendant le séchage du produit. L'acide phosphorique, devenu insoluble, a reçu le nom de *phosphate réduit* ou *rétrogradé*. On admet généralement aujourd'hui que ce phosphate réduit est du phosphate bicalcique, produit par plusieurs réactions distinctes :

» I. Action de l'acide phosphorique mis en liberté sur le phosphate tricalcique inattaqué;

» II. Action de l'acide phosphorique sur le carbonate de chaux qui a échappé à l'attaque de l'acide sulfurique;

(1) Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de M. Champion.

» III. Dédoublement du phosphate acide de chaux pendant la dessiccation en phosphate bicalcique et acide phosphorique libre.

» 1° La première réaction a été indiquée en 1865 par M. Piccard, de Bâle (1). Il avait attaqué du phosphate tricalcique par 1 équivalent d'acide sulfurique étendu : il avait obtenu du phosphate acide de chaux qui, laissé en contact du phosphate inattaqué, se transforma en phosphate bicalcique cristallisé (2). M. Joulie a répété la même expérience avec du phosphate tricalcique et une solution faible d'acide phosphorique. Il obtint également du phosphate bicalcique cristallisé (3). M. Kolbe a annoncé qu'à la température ordinaire, même en présence d'un excès de phosphate tricalcique, l'acide phosphorique ne produisait que du phosphate monocalcique.

» J'ai entrepris une série de recherches sur cette question, et j'ai opéré sur du phosphate de chaux, à peu près pur, ne renfermant ni carbonate de chaud ni sesquioxydes. En attaquant 1 équivalent de phosphate tricalcique par 3 équivalents d'acide sulfurique, on obtient une masse pâteuse, entièrement soluble, qui ne sèche pas à l'air et ne change pas de composition : c'est de l'acide phosphorique empâté dans du plâtre. Avec 2 équivalents d'acide sulfurique et assez d'eau pour empâter la masse et empêcher une trop haute élévation de température, on obtient, après refroidissement, pour 100 d'acide phosphorique contenu :

Soluble...... 96,63 Insoluble..... 3,37

Après épuisement complet par l'eau, le résidu insoluble analysé est du phosphate tricalcique inattaqué. J'ai laissé sécher le produit à l'air libre jusqu'à ce que le poids devînt constant; il renfermait alors :

Acide phosphorique soluble... 98,61 Insoluble... 1,39

» Le séchage à 100 degrés n'a pas sensiblement modifié ces résultats.

» La partie insoluble est du phosphate tricalcique, non modifié. L'acide phosphorique libre, a diminué pendant le séchage, sans disparaître complétement.

» J'ai traité ensuite le même phosphate par 1 équivalent d'acide sulfurique étendu. Après refroidissement et prise de la masse, j'ai obtenu, pour 100 d'acide phosphorique,

Soluble...... 48,717 Insoluble..... 52,283

(1) *Polytechnischen Zeitschrift*, de Bolley, à Zurich.

(2) *Comptes rendus*, 1873.

(3) *Comptes rendus*, 1874.

» La partie insoluble est du phosphate tricalcique. Après séchage complet à l'eau, j'ai trouvé :

Acide phosphorique soluble... 44,66 Insoluble... 55,34

après séchage à l'étuve à 100 degrés, j'ai obtenu :

Acide phosphorique soluble... 43,50. Insoluble... 56,50.

» Le résidu insoluble est un mélange de phosphates bi et tricalciques.

» Après le séchage, dans la partie soluble, il n'y a pas d'acide phosphorique libre. On trouve même un petit excès de chaux par rapport aux acides sulfurique et phosphorique solubles. Cet excès provient sans doute de la solubilité du phosphate bicalcique dans les liqueurs salines.

» En laissant digérer le produit sec dans un peu d'eau, la rétrogradation devient chaque jour plus considérable, par l'attaque lente du phosphate tricalcique par le sulfate acide de chaux en solution, et il se forme du phosphate bicalcique cristallisé, comme l'a montré M. Piccard.

» On voit qu'il n'y a formation de phosphate bi-calcique dans les produits qu'on laisse sécher, que lorsque l'acide sulfurique est en défaut, et qu'il n'y a plus d'acide phosphorique libre.

» Dans ces conditions, la rétrogradation est toujours accompagnée d'une augmentation correspondante de chaux devenue insoluble. Cette réaction peut s'expliquer de deux manières différentes : soit par l'action du phosphate acide de chaux sur le phosphate tricalcique, soit par le dédoublement du phosphate acide de chaux.

» L'acide phosphorique mis en liberté attaquerait de nouveau le phosphate tricalcique pour former du phosphate acide de chaux. Cela me semble probable, car la réaction ne se produit que d'une façon très-incomplète en l'absence de l'eau; à moins que l'on admette que le plâtre empêche mécaniquement l'action du phosphate acide de chaux sur le phosphate tricalcique. Ce n'est pas le cas des superphosphates du commerce, dans lesquels l'acide sulfurique est toujours en quantité plus considérable que celle qui serait nécessaire pour transformer en phosphate acide de chaux tout le phosphate tricalcique.

» Avec une phosphorite de Logrosan, ne contenant comme impureté que de la silice et du carbonate de chaux, les mêmes essais n'ont pas conduit exactement aux mêmes résultats. En employant 2 équivalents d'acide sulfurique pour 1 équivalent de phosphate tricalcique, il y eut moins de

phosphate soluble après l'attaque que dans le cas précédent; mais le gain en acide phosphorique soluble fut plus considérable au séchage.

» Avec 1 équivalent d'acide sulfurique, il y eut encore accroissement de l'acide phosphorique soluble pendant la dessiccation, et le résidu insoluble était du phosphate tricalcique inattaqué. Il restait toujours un excès d'acide phosphorique soluble, bien plus considérable que dans le cas du traitement du phosphate de chaux pur, ce qui tient à la difficulté de l'attaque des poudres d'apatite par les acides faibles.

» 2° J'ai indiqué comme une des causes de la rétrogradation l'attaque du carbonate de chaux, laissé intact le premier jour de la fabrication, par l'acide phosphorique libre et la formation de phosphate bicalcique (1).

» On ne trouve jamais, en effet, de carbonate de chaux dans les superphosphates secs. J'ai vu que 1 équivalent de phosphate tricalcique, traité par 3 équivalents d'acide sulfurique, puis, après refroidissement, broyé avec 1 équivalent de carbonate de chaux, donne, après le séchage complet à l'eau, un produit entièrement soluble formé de phosphate acide de chaux. Si, au lieu de laisser sécher la masse, on la met en digestion dans une assez grande quantité d'eau, il se forme du phosphate bicalcique cristallisé, comme l'ont indiqué MM. Pelouze et Dumas. Dans les superphosphates, la quantité de carbonate de chaux non attaquée est généralement très-faible et ne peut donner que du phosphate acide de chaux pendant le séchage.

» 3° La décomposition partielle du phosphate acide de chaux en phosphate bicalcique et acide phosphorique libre a été indiquée par M. Joulie comme une des causes de la rétrogradation.

» Le phosphate acide de chaux pur se dédouble en effet pendant le séchage, et je crois, comme je l'ai dit plus haut, qu'il faut attribuer à cette action tout au moins une partie de la rétrogradation obtenue à la suite du traitement incomplet du phosphate tricalcique pur par l'acide sulfurique. Je n'ai jamais pu constater ce dédoublement en présence d'une petite quantité d'acide phosphorique libre, ce qui est le cas de tous les superphosphates commerciaux : on ne trouve jamais alors d'augmentation de chaux insoluble dans les produits secs.

» Je crois pouvoir déduire de ces expériences qu'il faut chercher ailleurs que dans la formation du phosphate bicalcique la rétrogradation, que l'on

(1) *Bulletin de la Société chimique;* juillet 1872.

constate dans les superphosphates où l'acide sulfurique est en quantité suffisante ou en excès. Je ne l'ai vu se produire dans ce cas que lorsque les phosphates primitifs renfermaient des sesquioxydes, fer, aluminium ou manganèse. Il se forme dans ces conditions, sous l'influence de l'acide phosphorique libre, des phosphates de sesquioxyde que je me propose de décrire, et que leur insolubilité dans l'eau et leur grande solubilité dans les différentes solutions salines ont fait confondre avec le phosphate bicalcique.

» Quant à la présence de l'acide phosphorique libre dans les superphosphates, on peut la reconnaître en épuisant les produits par l'eau; on obtient, comme l'a montré M. Dehérain, un excès plus ou moins grand d'acide phosphorique et sulfurique par rapport aux bases solubles.

» Dans les superphosphates du commerce, on trouve presque toujours (si l'acide sulfurique n'a pas été employé en grand excès) que la chaux soluble est en quantité strictement suffisante pour saturer l'acide sulfurique. L'acide phosphorique est donc probablement en liberté dans le produit.

» On a proposé l'emploi de l'alcool à 80 degrés pour séparer l'acide phosphorique libre du phosphate acide de chaux. Les résultats obtenus ne sont pas rigoureux, parce que le phosphate acide de chaux est partiellement décomposé par l'alcool, et il se forme de l'acide phosphorique libre. La décomposition est complète quand le phosphate acide de chaux est en solution; elle n'est que partielle quand ce produit est sec. La matière insoluble obtenue, décrite par Berzélius, a pour composition à 100 degrés

$$PO^5 2CaO, HO, PO^5 CaO, 2HO + 2HO.$$

» Les analyses de ce composé indiquent toujours un peu plus de chaux que la formule ci-dessus, par suite d'un commencement de décomposition produit par les lavages à l'alcool. L'eau le dédouble immédiatement en phosphate acide et en phosphate bicalcique. »

CHIMIE. — *Sur la détermination directe du degré d'intensité des mélanges explosifs. Application de la méthode aux poudres à feu.* Note de M. CHABRIER, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai démontré par de nombreuses expériences balistiques que les opinions admises sur le degré d'efficacité des moyens de trituration usités et sur les propriétés spécifiques qu'ils peuvent communiquer aux poudres à feu sont, pour la plupart, dénuées de fondement.

» Pour résumer ici ces opinions, on pense communément que la poudre à canon fabriquée sous les pilons a, pour des causes inexpliquées d'ailleurs, une innocuité particulière à l'égard des bouches à feu, qui la recommande spécialement pour le tir des canons de bronze et doit la faire préférer à la poudre fabriquée sous les meules.

» On attribue en même temps aux triturations accomplies par les meules une action lente et indéfiniment progressive, qui engagerait, dans certains cas, à prolonger ces opérations au delà de trois et même de quatre heures.

» Enfin on admet assez généralement qu'il est possible d'abréger les triturations opérées par les meules en les faisant précéder par une trituration préalable dans des tonnes où les matières sont soumises à la rotation avec des gobilles en bronze.

» J'avais déjà constaté que ces opinions sont ou inexactes ou basées sur de fausses interprétations des résultats. J'ai cherché à obtenir des indications précises, non-seulement sur le choix des moyens de trituration, mais encore sur les durées qu'on peut efficacement leur assigner en les appropriant à chaque type de poudre.

» Ces indications, qui intéressent à un si haut degré la puissance productive de nos usines, m'ont été fournies avec une singulière netteté par le procédé que je vais décrire.

» J'ai utilisé pour ces recherches les effets produits par la déflagration des matières explosibles sur certains papiers réactifs. J'ai employé plus particulièrement, pour l'examen des poudres, un papier coloré avec l'iodure d'amidon.

» Les feuilles de papier réactif sont humectées légèrement et collées par les bords sur des lames de verre de mêmes dimensions qu'elles.

» Pour que les comparaisons à établir soient nettes, il faut que les poudres mises en expérience aient la même composition et la même grosseur de grains; qu'elles soient, autant que possible, de même densité; enfin qu'elles ne diffèrent que par le mode de trituration, objet de la comparaison à établir entre elles.

» On dispose sur la feuille préalablement séchée une traînée régulière ou un cercle uniformément couvert de poudre. La couche doit être égale, les grains juxtaposés et non superposés; le poids de poudre employé est ordinairement de $0^{gr},5$. Cela fait, on enflamme la poudre, et l'on examine la trace laissée par sa combustion. Cette trace, variable suivant la nature et l'état de la poudre qui l'a produite, est constante d'aspect toutes

les fois qu'elle est obtenue avec une poudre de même espèce, triturée de la même manière, et par conséquent elle est caractéristique de cette poudre.

» On peut ainsi reconnaître avec une grande exactitude l'état plus ou moins avancé de la trituration et du mélange des matières de la poudre soumise à l'essai.

» Immédiatement après l'inflammation, l'empreinte est d'abord peu apparente, mais elle acquiert promptement une netteté d'autant plus grande que la poudre a été triturée plus efficacement. On remarque d'abord sur la place primitivement occupée par la poudre et immédiatement à l'entour, des macules noires assez semblables à celles que produiraient des grains de poudre écrasés sur le papier.

» Ces macules sont d'autant plus serrées, plus nombreuses et en même temps plus légères, que la poudre a été mieux triturée et que le mélange est plus intime. Lorsque, au contraire, la trituration a été imparfaite, les macules sont de plus en plus rares, plus écartées, mais aussi plus épaisses et comme fuligineuses.

» De ce semis de points noirs s'échappent des traînées également noires, plus ou moins apparentes et dirigées en divers sens. Ces traces, produites par la dispersion des grains non brûlés dans les premiers instants de la combustion, sont d'autant moins apparentes que la trituration est plus avancée.

» Enfin ces empreintes noires se détachent sur une large tache blanche formée au milieu du papier bleuâtre. L'intensité et la netteté de ce fond blanc sont le caractère le plus saillant de la réaction que je décris; sa couleur est d'autant plus franche, plus mate et en même temps plus étendue, que la poudre est mieux triturée. Lorsque la trituration a été moins complète et moins efficace, les bords de l'auréole blanche s'estompent de nuances roussâtres. On aperçoit en outre, sur l'image pyrographique des poudres imparfaites, des mouchetures blanches répandues en dehors du fond blanc continu. Ces mouchetures blanches sont d'autant plus nombreuses et répandues sur un périmètre d'autant plus étendu, que la matière a été moins complétement triturée. Ces petites taches, produites par des globules de carbonate de potasse, ne tardent pas à s'élargir sous l'influence de l'humidité atmosphérique; elles font presque complétement défaut lorsque les poudres sont suffisamment triturées.

» La combustion de certaines poudres grossièrement fabriquées détermine en outre la production de petits grains sphériques, ordinairement

noirs ou gris, qui sont formés de salpêtre fondu mêlé de nitrite de potasse, et que recouvre partiellement de la poussière de charbon non brûlé. L'apparition de ces grains noirs est un caractère certain des poudres très-imparfaitement triturées.

» Enfin dans quelques cas, tels que celui des poudres de mines grossières, et qui contiennent une forte dose de soufre, on voit autour des macules noires s'étendre des traces jaunâtres (1).

» Parmi les nombreuses expériences que j'ai faites, j'ai choisi, pour en mettre les résultats sous les yeux de l'Académie, celles qui m'ont paru les plus propres à faire ressortir les propriétés caractéristiques de la méthode qui fait l'objet de ce Mémoire, et à résoudre en même temps les questions énoncées en commençant (2).

» Je suis ainsi arrivé à déterminer, à quelques minutes près, la durée très-courte de la trituration sous les meules, suffisante et nécessaire pour reproduire le type de la poudre à canon ordinaire; à observer la rapidité avec laquelle la matière triturée sous les meules se modifie d'instant en instant pendant la première heure de la trituration; à suivre le prompt ralentissement de cette action après la première heure, et à constater le moment où elle devient insensible; enfin j'ai vérifié que les triturations opérées dans les tonnes ne peuvent jamais atteindre, même avec l'aide du temps, l'efficacité des triturations rapidement accomplies sous les meules.

» J'ajoute que l'exactitude des résultats que je viens d'énumérer a été pleinement confirmée par les épreuves auxquelles on soumet d'ordinaire les poudres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur l'acide bibromosuccinique, acide tribromosuccinique*. Note de M. **Edm. Bourgoin**, présentée par M. Berthelot.

« Dans un Mémoire précédent (3), j'ai démontré que, lorsqu'on chauffe avec du brome l'acide bibromosuccinique, en présence de son poids d'eau

(1) Chaque opération dure cinq minutes au plus, c'est-à-dire le temps nécessaire pour poser, étendre régulièrement et enflammer la poudre.

(2) Des reproductions photographiques des résultats indiqués ont été très-habilement faites par M. le Dr Lanquin de Saint-Chamas.

(3) *Comptes rendus*, t. LXVII, p. 374; 1873.

environ, on obtient un carbure d'hydrogène bromé qui répond à la formule

$$C^4H^2Br^4.$$

A l'état de pureté, ce corps cristallise en beaux prismes qui fondent à 54°,5.

» Ayant constaté dans l'eau mère qui accompagne ce carbure des traces d'un acide renfermant plus de brome que l'acide bibromosuccinique, j'ai repris l'étude de cette réaction. En faisant varier les conditions de l'expérience, j'ai obtenu un nouvel acide bromé de l'acide succinique, l'acide tribromosuccinique, et j'ai découvert le lien qui rattache ce composé à l'acide bibromomaléique. Voici les faits.

» I. L'acide bibromosuccinique, chauffé à sec avec du brome et en tubes scellés, ne donne pas de réaction nette. L'attaque est à peu près nulle au-dessous de 200 degrés. C'est ainsi qu'à la température de 190 degrés la plus grande partie du brome se retrouve à l'état de liberté à la fin de l'expérience.

» II. Lorsqu'on ajoute dans les tubes une quantité d'eau égale au poids de l'acide, la réaction ne se complète guère que vers 180 degrés; on obtient alors, comme produit principal, le carbure tétrabromé $C^4H^2Br^4$, tandisque l'eau mère, quoique très-acide, ne dépose presque rien par évaporation.

» III. Les résultats sont différents lorsqu'on augmente la proportion d'eau, la réaction pouvant dès lors être effectuée à une température d'autant plus basse que la quantité d'eau est plus considérable.

» On obtient un résultat satisfaisant lorsqu'on chauffe en vase clos, pendant vingt et une heures à 102-103 degrés, le mélange suivant :

Acide bibromosuccinique	$7^{gr},7$
Brome	3^{cc}
Eau	30^{cc}

A la fin de l'expérience, chaque tube contient: 1° un produit solide; 2° une eau mère acide qui tient en dissolution de l'acide tribromosuccinique et de l'acide bibromomaléique.

» Le produit solide, plus ou moins consistant, n'a pas une composition définie. Épuisé par de l'alcool faible, à la température de 60 degrés, il donne comme résidu insoluble de l'hydrure d'éthylène tétrabromé, tandis

que le dissolvant s'empare d'une quantité variable d'acide bibromosuccinique.

» L'eau mère, fortement colorée en rouge par du brome, laisse déposer, après une légère concentration, de l'acide tribromosuccinique sensiblement pur :

Matière	0,235	0,441	
Exigé pour la saturation	52	97,5	div. de baryte (1)
Équivalent	361,4	351,7	
Théorie pour $C^8H^3Br^3O^8$	355		

0,5167 a donné 0,807 de bromure d'argent, soit 66,46 pour 100, au lieu de 67,6 exigé par la formule précédente.

» La différence, assez faible du reste, que l'on observe entre la théorie et l'expérience, est due à l'existence dans le produit analysé d'un peu d'acide bibromé. Cela tient à ce que, dans cette préparation, on se trouve en présence d'une double difficulté : si l'on ne chauffe pas suffisamment, il reste de l'acide bibromosuccinique non attaqué ; si l'on chauffe trop longtemps ou à une température trop élevée, on n'obtient plus que des produits de décomposition, c'est-à-dire de l'acide bibromomaléique, comme il sera dit plus loin, et de l'hydrure d'éthylène tétrabromé.

» L'acide tribromosuccinique se présente sous forme de minces lamelles cristallines, non hygrométriques, plus solubles dans l'eau que l'acide bibromosuccinique. En effet, 100 parties d'eau à 17 degrés dissolvent

Acide bibromosuccinique	2,04
Acide tribromosuccinique	7,68

» L'acide tribromosuccinique est soluble dans l'alcool, mais il s'éthérifie si facilement qu'il convient d'éviter l'emploi de ce véhicule pour le faire cristalliser. Il faut se servir d'éther anhydre qui le dissout aisément et l'abandonne en fins cristaux à l'évaporation spontanée.

» Lorsqu'on le chauffe, il ne commence guère à s'altérer qu'au-dessus de 180 degrés, sans entrer en fusion ; vers 200 degrés, il dégage des vapeurs acides et disparaît ensuite sans laisser de résidu.

» Les tribromosuccinates alcalins et alcalino-terreux sont solubles dans l'eau. Ils donnent avec l'azotate d'argent un précipité blanc, soluble dans

(1) 0,494 ($S^2H^2O^8$) exigeant pour la saturation 392 div. d'eau de baryte.

l'acide azotique et dans l'ammoniaque, insoluble dans l'acide acétique. Chauffé sur une lame de platine, le sel d'argent se détruit sans détonation.

» La propriété la plus caractéristique de l'acide tribromosuccinique est celle-ci : lorsqu'on chauffe sa solution aqueuse au-dessus de 100 degrés, il perd de l'acide bromhydrique et se transforme en un acide très-soluble dans l'eau, dans l'alcool et l'éther, fondant à 110 degrés, distillant sans altération, donnant avec l'azotate d'argent un précipité blanc qui détone avec une extrême violence sous l'influence de la chaleur ou même du choc; bref, cet acide possède les propriétés et la composition de l'acide bibromomaléique (1).

» Il est facile maintenant, d'après ce qui précède, de se rendre compte de la présence de l'acide bibromomaléique dans les eaux mères de la préparation de l'acide bibromosuccinique. En effet, l'acide bibromosuccinique, formé en premier lieu, se trouve soumis à l'influence du brome libre, et se transforme partiellement en acide tribromosuccinique; celui-ci, ne pouvant subsister en présence de l'eau à une température élevée, perd de l'acide bromhydrique et donne de l'acide bibromomaléique,

$$C^8H^3Br^3O^8 - HBr = C^8H^2Br^2O^8.$$

» La même décomposition a lieu dans la préparation de l'acide tribromosuccinique : l'eau mère, au sein de laquelle ce dernier s'est déposé, fournit toujours par une nouvelle concentration de l'acide bibromomaléique.

» Il y a plus, si l'on prolonge suffisamment l'action de la chaleur, on obtient seulement, comme produit final, le carbure $C^4H^2Br^4$,

$$C^8H^2Br^2O^8 + Br^2 = 2C^2O^4 + C^4H^2Br^4.$$

Je reviendrai sur cette réaction que j'ai réalisée directement par expérience.

» J'ai fait beaucoup d'essais pour éviter la formation de ces produits secondaires, de manière à limiter l'action à l'acide tribromosuccinique. En doublant la proportion d'eau, par exemple, on peut opérer vers 80 degrés,

(1) M. Kekulé, qui a découvert cet acide remarquable, indique 112 degrés pour son point de fusion.

mais il faut chauffer pendant cent cinquante heures environ pour faire disparaître tout l'acide bibromosuccinique. Contrairement à mes prévisions, dans ces nouvelles conditions, j'ai obtenu un rendement moins satisfaisant qu'en opérant à une température voisine de 100 degrés.

» On n'obtient pas un meilleur résultat en employant seulement la quantité de brome exigée par la théorie, soit 2 molécules de brome pour 1 molécule d'acide bibromosuccinique.

» En résumé, lorsqu'on fait réagir le brome sur l'acide bibromosuccinique à une température voisine de 100 degrés et en présence d'une quantité d'eau suffisante, on obtient simultanément les trois corps suivants: 1° l'acide tribromosuccinique; 2° l'acide bibromomaléique; 3° l'hydrure d'éthylène tétrabromé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcools contenus dans les eaux sures des amidonniers et dans les produits de la fermentation butyrique du glucose.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une précédente Communication, j'ai annoncé qu'il se formait de l'alcool ordinaire et des alcools d'hydratation, principalement l'alcool isopropylique, dans l'action de l'amalgame de sodium, riche en métal alcalin, sur les glucoses et le sucre de lait; d'autre part, M. Boutlerow a signalé la présence d'un alcool d'hydratation spécial, le triméthylcarbinol, isomère de l'alcool butylique de fermentation, dans l'alcool butylique brut.

» Ces faits semblent indiquer une certaine relation entre les phénomènes qui résultent de l'hydrogénation directe des matières sucrées à l'aide de procédés purement chimiques dont nous pouvons disposer dans nos laboratoires et ceux qui s'accomplissent sous l'influence des ferments. J'ai été ainsi conduit à rechercher la présence de ces alcools d'hydratation, parmi les produits de diverses fermentations des glucoses, et particulièrement de celles qui sont accompagnées d'un dégagement d'hydrogène pendant toute leur durée. J'ai spécialement étudié les produits qui existent dans les eaux sures provenant de la fabrication de l'amidon de blé et dans lesquelles Vauquelin a depuis longtemps signalé la présence de l'alcool; j'ai examiné de même les produits volatils neutres qui se forment pendant les fermentations lactique et butyrique du glucose : dans aucun cas, je n'ai pu déceler la présence de l'alcool isopropylique; mais, au contraire, j'ai constaté la formation de quantités notables de l'alcool propylique normal. Voici les détails de mon analyse.

» 120 litres d'eaux sures d'amidonnier, à la suite d'une série de distillations dans lesquelles on recueillait chaque fois le quart du liquide, m'ont fourni 490 grammes d'un produit neutre insoluble dans l'eau saturée de carbonate de potasse. Ce produit avait été préalablement purifié de petites quantités de divers éthers par une ébullition au contact de la soude caustique. Il présente une odeur alcoolique spéciale, une saveur brûlante; il se dissout en toutes proportions dans l'eau. A froid, il se mélange aux solutions saturées de chlorure de calcium, et, par la plus faible élévation de température, la liqueur se trouble et se sépare en deux couches, propriété caractéristique de l'alcool isopropylique, et qui n'appartient ni à l'alcool propylique normal, ni à l'alcool butylique de fermentation, lorsqu'ils sont purs. Mais, lorsqu'on sépare par la distillation le mélange primitif de ces alcools en diverses fractions, les produits ainsi obtenus perdent la propriété de former à froid une liqueur homogène avec les solutions de chlorure de calcium, se séparant en deux couches par l'action de la chaleur. Enfin, ni le produit brut, ni les produits obtenus par la distillation fractionnée, bouillant à différentes températures, n'agissent sur la lumière polarisée.

» La méthode des distillations fractionnées est insuffisante pour amener la séparation de ce mélange en produits purs, soit qu'on l'applique au mélange d'alcools parfaitement desséchés au moyen du sodium, soit qu'on l'applique aux éthers acétiques. Après quinze fractionnements, on sépare ces derniers en deux produits principaux, l'un pesant 110 grammes, et bouillant de 73 à 80 degrés : sa composition répond sensiblement à celle de l'acétate d'éthyle; le second, le plus abondant, pesant 430 grammes, passe entièrement de 100 à 102 degrés; ce produit renferme d'après l'analyse 57,1 pour 100 d'acide acétique combiné $C^4H^4O^4$, nombre intermédiaire entre celui qui correspond à la composition de l'éther butylacétique et l'éther propylacétique.

» L'oxydation des alcools par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique fournit des indications précises. J'ai oxydé séparément les mélanges d'alcool, de beaucoup les plus abondants, passant de 87 à 89 degrés, et celui passant de 98 à 99 degrés, qui est le dernier et renferme 132 grammes sur 350, qui restent après toutes les manipulations précédentes. Quant aux mélanges à point d'ébullition inférieurs à 87 degrés, ils sont formés en majeure partie d'alcool ordinaire. Les produits volatils avant 100 degrés, obtenus par l'action de l'acide chromique, ont été mis en contact avec un excès d'oxyde d'argent humide et récemment préparé, pour

transformer les aldéhydes en acides correspondants, tandis que l'acétone provenant de l'oxydation de l'alcool isopropylique et les composés analogues, s'il y en avait eu, seraient restés inaltérés.

» Dans aucun cas je n'ai observé la production de l'acétone ou de ses homologues supérieurs; les produits neutres ayant échappé à l'action successive de l'acide chromique et de l'oxyde d'argent sont formés d'alcools semblables au produit primitif, renfermant une certaine quantité d'éthers; traités de nouveau par les mêmes agents oxydants, ils donnent des produits identiques.

» Les acides formés ont été analysés et séparés les uns des autres à l'état de sels de baryte que l'on a purifiés par des cristallisations successives. Dans les deux séries d'expériences, le propionate de baryte forme la portion la plus abondante et cristallise facilement; il a été caractérisé par la mesure des angles de ses cristaux et par l'analyse; les autres sels sont formés d'acétate et de butyrate difficilement séparables, mais que l'on a caractérisés par les propriétés très-distinctes des deux acides.

» Ainsi l'eau sure des amidonniers renferme de l'alcool ordinaire, de l'alcool propylique normal fournissant par oxydation de l'acide propionique et de l'alcool butylique; il ne contient pas d'alcool isopropylique; la proportion d'acool propionique paraît être supérieure au tiers de la masse totale. Enfin cet alcool semble ne pas avoir d'action sur la lumière polarisée, contrairement à ce qui a lieu pour l'alcool propylique normal de la fermentation alcoolique.

» Les produits alcooliques formés pendant la fermentation butyrique de la glucose présentent les mêmes propriétés que les précédents; ils sont formés par les mêmes produits; l'alcool ordinaire y est seulement en proportion plus grande, mais ils ne fournissent pas d'acétone par l'oxydation: ils ne renferment donc pas d'alcool isopropylique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'alcool dans l'eau, les vins et les liqueurs sucrées.* Note de M. SALLERON.

« J'ai sous les yeux la Note présentée par M. Duclaux à l'Académie, dans la séance du 6 avril 1874, ayant pour objet l'indication d'un nouveau procédé de dosage de l'alcool dans les vins.

» L'idée d'appliquer les phénomènes capillaires à certains essais quantitatifs n'est pas nouvelle, et je crois pouvoir en revendiquer la priorité. Dès 1861, j'ai énoncé les principales lois auxquelles se trouve soumis

l'écoulement des liquides par gouttes, et j'ai signalé l'application que l'on pouvait en faire au dosage de l'alcool dans les vins et quelques autres liquides.

» Le 6 mai 1868, j'ai lu devant la Société de Pharmacie de Paris un Mémoire concernant la même question, dans lequel j'ai fait connaître quelques-uns des résultats auxquels j'étais parvenu et dont plusieurs sont très-imprévus. Je les avais déjà communiqués à M. Reveil qui les a publiés dans un Mémoire présenté à l'Académie de Médecine le 22 octobre 1861 et qui renferme notamment le tableau du poids des gouttes de différents liquides médicamenteux, ainsi que le nombre de gouttes nécessaire pour former 1 gramme.

» On y trouve, par exemple, que

1 goutte d'eau	distillée	à 15 degrés C.	pesant	50	milligrammes,
»	sucrée	à 10 pour 100	pèse	50	»
»	»	à 20	»	50	»
»	»	à 40	»	50	»

Le sucre en dissolution dans l'eau ne change donc pas sensiblement le poids des gouttes.

» L'acide chlorhydrique à la densité de 1,17 fournit aussi des gouttes de 50 milligrammes; de même pour l'ammoniaque. Il est digne de remarque que ces deux dernières dissolutions, dont l'une est plus lourde que l'eau et l'autre plus légère, possèdent cependant la même cohésion.

» L'alcool à 86 degrés donne des gouttes pesant 16 milligrammes; toutes les teintures alcooliques préparées avec de l'alcool au même titre donnent des gouttes de même poids.

» Les gouttes d'éther sulfurique à 60 degrés ne pèsent que 11 milligrammes, celles des teintures éthérées ont encore le même poids.

» Toutes les huiles végétales donnent des gouttes pesant sensiblement 20 milligrammes.

» Ces résultats sembleraient montrer que les corps, simplement dissous dans les liquides, n'en modifient pas la cohésion; mais d'autres dissolutions, comme celle de soude caustique à 36 degrés B. qui donne des gouttes de 64 milligrammes, viennent infirmer cette conclusion. Convient-il d'en déduire que la soude n'est pas simplement dissoute et d'admettre qu'il existe des combinaisons de la soude avec l'eau?

» Dans les mélanges d'eau et d'alcool, le poids des gouttes diminue quand la richesse alcoolique augmente, et pour chaque degré les différences sont variables; elles sont très-considérables dans les liquides qui

contiennent peu d'alcool et beaucoup d'eau, comme l'indiquent les quelques nombres suivants :

Richesses alcooliques.	Poids de 20 gouttes.	Différences.
	gr	gr
0 pour 100	1	0,000
1 »	0,940	0,060
2 »	0,895	0,045
3 »	0,858	0,037
4 »	0,826	0,032
5 »	0,797	0,029
......	.....	.....
14 »	0,640	0,000
15 »	0,630	0,010
16 »	0,617	0,013

» Ce tableau abrégé montre suffisamment qu'il est possible de doser l'alcool avec une grande précision dans les liquides dont la richesse est faible, et c'est précisément dans ce cas que l'emploi de l'alcoomètre de Gay-Lussac présente le plus d'incertitude.

» En rapprochant de ce résultat ceux qui ont été rapportés précédemment sur l'action du sucre et de beaucoup de substances dissoutes, on pouvait conclure à la possibilité d'appliquer aux vins le même procédé de dosage, sans prendre soin d'effectuer une distillation préalable. C'est en effet ce que j'ai essayé ; mais j'ai reconnu que l'on arrive seulement à des résultats approchés, sans doute parce que les produits complexes que renferme le vin ne sont pas tous sans action sur la cohésion. M. Duclaux, de son côté, est parvenu à la même conclusion.

» J'ai constaté que, pour les vins ordinaires, les erreurs sont assez faibles, et j'ai pu employer le compte-gouttes pour résoudre une question particulière. Pour l'application de la dernière loi sur les boissons, l'Octroi de Paris avait à rechercher si les vins présentés à l'entrée contenaient plus ou moins de 15 pour 100 d'alcool. Le nombre des essais à exécuter faisait désirer un procédé rapide; je proposai l'emploi du compte-gouttes, et, dès le 1er janvier 1872, cet instrument a été mis en service régulier par l'Administration. Dans les cas incertains seulement on a recours à la distillation.

» Il résulte de ce qui précède, que j'expérimente en pesant un certain nombre de gouttes, qui est ordinairement de 20. M. Duclaux propose de compter le nombre de gouttes que fournit un volume déterminé, 5 centimètres cubes, ce qui représente 100 gouttes d'eau distillée si l'instrument

a été ajusté de manière que chaque goutte pèse 5 centigrammes à la température de 15 degrés.

» Il est facile de justifier le choix que j'ai fait de la pesée, et de montrer que le mode adopté par M. Duclaux n'est pas le plus exact.

» Puisqu'il est établi que le poids des gouttes des diverses solutions sucrées ne change pas, bien que les additions de sucre fassent varier considérablement la densité, il faut en conclure que le volume de la goutte a été modifié dans le rapport inverse. Or on sait que la proportion de sels dissous dans les vins varie depuis 20 grammes jusqu'à 180 grammes par litre.

» Pour tirer tout le parti possible du compte-gouttes, appliqué au dosage de l'alcool dans les vins, il est donc nécessaire d'en distiller une petite quantité et de déduire la richesse du poids des gouttes du produit distillé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale pour la transformation des alcools en éthers nitriques.* Note de M. **P. Champion.**

« Nous avons indiqué, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 1871) relative à la préparation des éthers nitriques au moyen du mélange nitrosulfurique, la condition indispensable d'opérer sur de petites quantités de matière et à une basse température (— 10° à 15°), lorsque la réaction est violente; ce cas se présente lorsqu'il s'agit des alcools méthylique, éthylique et amylique. La méthode qui fait l'objet de cette Note permet, au contraire, d'*opérer à la température ordinaire et sur des quantités considérables d'alcool:* elle est fondée sur l'action réciproque du mélange nitrosulfurique et des combinaisons sulfuriques des alcools, et comme cette action est progressive, elle ne donne lieu qu'à un faible dégagement de chaleur. Il est d'ailleurs nécessaire de faire varier la concentration de l'acide nitrique; par exemple, pour les alcools élevés de la série grasse, butylique, amylique, etc., on doit employer l'acide nitrique ordinaire avec excès d'acide sulfurique, dans d'autres circonstances l'acide nitrique fumant à 48 degrés. Les combinaisons sulfuriques des alcools s'obtiennent par 2 d'acide pour 1 d'alcool, en évitant que la température s'élève, et en laissant ensuite le mélange à lui-même pendant plusieurs heures. Voici les détails de nos expériences :

» 1° Pour les *alcools méthylique et éthylique*, on introduit lentement le mélange d'acide sulfurique et d'alcool à 95 degrés dans l'acide nitrosulfurique (2 d'acide sulfurique ordinaire pour 1 d'acide nitrique à 48 degrés). Après une demi-heure, le liquide limpide se trouble, et l'éther vient surnager

à la surface au fur et à mesure qu'il se forme. On le décante pour éviter une réaction ultérieure accompagnée de vapeurs rutilantes et qui diminue le rendement.

» 2° Avec 1 d'acide nitrique ordinaire et 3 d'acide sulfurique, la réaction a lieu presque immédiatement pour les *alcools butylique, amylique, caprylique*, si l'on opère sur quelques grammes d'alcool.

» 3° L'application de la méthode aux alcools, qui forment des combinaisons insolubles avec l'acide nitrique, présentait quelque intérêt, et nous l'avons faite *aux alcools cétylique, cérylique et mélissique*. Rappelons que nous avons déjà obtenu le nitrate de cétyle par la réaction directe de l'éthal sur le mélange nitrosulfurique (*Comptes rendus*, 1871) : les nitrates des alcools cérylique et mélissique devaient s'obtenir, et c'est ce que l'expérience a confirmé.

» La méthode s'applique bien, en opérant ainsi : on amène d'abord les alcools dans un grand état de division, en les dissolvant dans l'éther qu'on laisse évaporer à une basse température; ensuite on les broie avec l'acide sulfurique, de manière à former une pâte homogène qu'on introduit dans l'acide nitrosulfurique, en agitant vivement; après un contact de vingt-quatre heures, on verse dans un excès d'eau, et on lave. La purification se fait par des cristallisations répétées dans l'éther et dans l'alcool. En partant des formules admises par M. Brodie pour les alcools cérylique et mélissique, on a

Pour le nitrate de céryle, $C^{52}H^{53}O, AzO^{4}$, point de fusion 76 degrés;
Pour le nitrate de myricyle, $C^{60}H^{61}O, AzO^{4}$, point de fusion 61 degrés.

» L'aspect de ces composés nitrés rappelle les alcools qui leur ont donné naissance; ils se décomposent d'ailleurs en partie par une fusion prolongée.

» 4° Le mélange est le même pour le *glycol ordinaire* que pour l'alcool. La formation du nitroglycol exige un certain temps, variable avec les conditions de l'expérience; elle n'est complète qu'après plusieurs heures.

» 5° La méthode, s'appliquant à *la préparation industrielle de la nitroglycérine*, présente un intérêt tout spécial. On additionne 1 de glycérine à 30 degrés B. d'acide sulfurique ordinaire, en évitant que la chaleur ne dépasse 50 degrés. Après refroidissement, le liquide est versé dans un léger excès d'acide nitrosulfurique. On peut, sans qu'il soit nécessaire de refroidir, employer en quelques instants 1 kilogramme de mélange : quoique la température s'élève, elle ne donne lieu, en aucun cas, *si l'opération est*

conduite d'une manière convenable, à la réaction violente qui résulte de l'action de la glycérine sur les acides, réaction qui se manifeste par une brusque élévation de température et qui peut être accompagnée d'explosion. Après un temps qui varie avec les proportions employées, on voit des gouttelettes huileuses qui se rassemblent; la température reste stationnaire pendant plusieurs heures, si l'on opère sur quelques centaines de grammes. L'action se continue pendant vingt heures environ.

» Dans ces conditions, le rendement est cependant inférieur à celui que donne l'introduction directe de la glycérine normale; cela tient à ce qu'une portion de l'acide sulfoglycérique résiste à l'action des acides. Quant à la différence notable que l'on constate entre le rendement pratique et le rendement théorique qui serait 246 de nitroglycérine pour 100 de glycérine, elle résulte en partie de la décomposition, par les acides, d'une proportion notable de nitroglycérine, avec formation d'un autre composé nitré non déterminé et qui est soluble dans l'eau. En suivant ce mode de préparation, *il est utile* de décanter souvent la nitroglycérine formée, le contact de l'air et des acides pouvant amener un commencement de décomposition locale qui se manifeste par un dégagement de vapeurs rougeâtres, suivi parfois d'explosion. Cet accident a surtout lieu sous l'influence d'une température ambiante élevée et par l'emploi de produits impurs (1).

» 6° *L'érythrite, la mannite et la dulcite* sont broyées avec l'acide sulfurique jusqu'à leur dissolution. On ajoute alors l'acide nitrosulfurique et l'on agite. Le liquide se trouble bientôt après, puis se prend en une masse blanche qui est formée des cristaux de l'éther nitrique. L'opération se fait sans dégagement marqué de chaleur.

» 7° Quant aux autres alcools polyatomiques, nous ne doutons pas qu'ils donnent, avec notre méthode, des résultats conformes à la caractéristique établie récemment par M. Lorin (*Comptes rendus*, août 1873). Les sucres proprement dits sont décomposés par l'acide sulfurique.

» *Il est digne de remarque que, dans cette action générale de l'acide nitrosulfurique sur les combinaisons sulfuriques des alcools ordinaires, monoatomiques ou polyatomiques, le nombre des équivalents d'azote fixes sur l'alcool correspond à son atomicité.*

---

(1) La décoloration de l'acide fumant du commerce, par un courant d'air ou d'acide carbonique, affaiblit notablement le degré. M. Pellet a reconnu que l'on peut doser les vapeurs nitreuses par une solution titrée de permanganate.

» L'alcool allylique fait exception.

» 8° Cette même réaction de l'acide nitrosulfurique s'applique également à quelques corps dont la fonction chimique se rapproche de celle des alcools par un certain nombre de caractères, et par exemple l'acide phénique et le dambose. Ce dernier, traité comme la mannite, etc., produit une masse cristalline dont on extrait, par lavage, le nitrodambose, que nous avons déjà obtenu directement.

» Enfin la cellulose, dissoute dans l'acide sulfurique concentré, fournit, par l'acide nitrosulfurique, un composé analogue au pyroxam. On sait, en effet, que la cellulose, dans ces conditions, se transforme en dextrine qui se comporte comme la fécule. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le phénylallyle.* Note de M. **B. Radziszewski**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note précédente (1), j'avais prouvé que le phényléthyle, chauffé dans un bain d'huile de 140 à 150 degrés et traité ensuite par le brome, se transforme, d'après la quantité du brome employé, en phényléthyle monobromé ou en bi-bromure de styrolène. Le premier de ces produits, soumis à la distillation, dégage de l'acide bromhydrique et se transforme en styrolène : c'est la meilleure méthode de la préparation du styrolène. Mes recherches ultérieures (2) m'ont fait voir que le bromure ainsi obtenu a la structure suivante : $C^6H^5,CHBr,CH^3$. Cette conclusion est basée sur ces faits : 1° qu'il se transforme en alcool secondaire $C^6H^5,CH(OH),CH^3$ bouillant à 202-204 degrés; 2° que ce bromure, mélangé avec de la benzine et avec de la poussière de zinc, donne l'hydrocarbure $C^6H^5,CH(CH^3)C^6H^5$ qui, par oxydation, se transforme en benzophénone C^6H^5CO,C^6H^5. Il m'a paru intéressant d'essayer comment se comporteraient, dans des circonstances analogues, les hydrocarbures aromatiques, qui sont de vrais homologues du phényléthyle. Le premier de ces homologues est le phénylpropyle normal, bouillant à 157-158 degrés. Il a été obtenu d'après l'excellente méthode de M. Fittig (3), par l'action du sodium sur la benzine bromée, mélangée avec du bromure du propyle normal et de l'éther sec.

(1) *Berichten der Deutschen chem. Gesells.*, zu Berlin, p. 492; 1873.
(2) *Ibid.*, p. 140; 1874.
(3) *Zeitschrift für Chemie*, p. 45; 1868.



» Le phénylpropyle $C^6H^5CH^2, CH^2, CH^3$ a été chauffé au bain d'huile de 150-160 degrés et traité avec de la vapeur du brome. La réaction est vive; toute la quantité de brome est presque instantanément absorbée et en même temps il se dégage de l'acide bromhydrique. Lorsqu'on fait agir de cette façon une molécule de brome sur une molécule de phénylpropyle, on obtient un liquide assez mobile, légèrement coloré en brun qui, soumis à la distillation, dégage des torrents d'acide bromhydrique. Ce liquide, distillé ainsi trois fois, a été ensuite soumis à la distillation fractionnée. Il est assez facile de séparer alors une bonne partie qui bout entre 165-170 degrés et qui, après un long fractionnement, bout d'une manière constante à 164°,5-165°,5. L'analyse prouve que ce produit répond à la formule C^6H^5, C^3H^5.

» Le phénylallyle est un liquide limpide, mobile; son odeur est particulière, fraîche et piquante. Il bout à 164°,5-165°,5, sous la pression barométrique de 728 millimètres. Sa densité spécifique a été trouvée à 16° = 0,924. La densité de sa vapeur observée dans la vapeur de l'aniline est égale à 4,01. Il se combine très-facilement avec le brome. Pour que le liquide ne s'échauffe pas trop, il est bon de le dissoudre tout d'abord dans du chloroforme et d'ajouter goutte à goutte la quantité calculée de brome. Le bibromure ainsi obtenu cristallise dans l'alcool en longues aiguilles soyeuses, d'une blancheur parfaite et d'un éclat remarquable. Il fond à 65-66 degrés. L'analyse lui assigne la formule $C^6H^5, C^3H^5Br^2$.

» On obtient le même corps en faisant réagir 2 molécules de brome sur la quantité correspondant à 1 molécule de phénylpropyle, chauffé à 160 degrés. Le produit de cette réaction, comprimé dans du papier joseph et cristallisé dans l'alcool bouillant, a la même composition centésimale, le même aspect et le même point de fusion que le bibromure décrit ci-dessus, obtenu par la combinaison directe du brome avec le phénylallyle.

» On sait que MM. Fittig et Krügener ont obtenu, par l'action de l'amalgame du sodium sur l'alcool cinnamique, un phénylallyle qui bout à 165-170 degrés; mais son bromure cristallise dans l'alcool en paillettes incolores et fond à 66°,5, tandis que mon bibromure cristallise toujours en aiguilles blanches, soyeuses. Il paraît donc exister ici une isomérie sur la cause de laquelle il est difficile de se prononcer maintenant. Je suis occupé de recherches qui ont pour but de résoudre le problème de la constitution du phénylallyle obtenu au moyen du phénylpropyle.

» Indépendamment du phénylallyle, il se forme, dans la même réaction, des produits bromés, bouillant à une température beaucoup plus élevée.

» L'un de ces produits bout constamment à 220 degrés et présente une composition qui correspond, à peu près, à la formule C^6H^5, C^3H^6Br. Son brome peut s'enlever facilement par l'azotate argentique. Il ne se combine pas directement avec le brome. »

CHIMIE. — *Sur le pyrogallol en présence des sels de fer* (1). Note de M. E. Jacquemin.

« En présence des sels ferriques organiques, le pyrogallol ne se comporte plus comme avec les sels ferriques minéraux ; il produit du bleu, soluble dans l'eau et persistant pendant quelques jours.

» Le perchlorure et le sulfate ferrique, lorsqu'on les traite par un léger excès d'un sel organique alcalin ou alcalino-terreux, acquièrent aussi cette propriété de donner par le pyrogallol du bleu persistant. Il semblerait résulter de là que le ferricum d'une molécule à éléments organiques présente d'autres aptitudes que le ferricum des molécules à éléments minéraux. Toutefois il me paraît plus simple d'admettre pour l'interprétation des faits, en attendant la suite de mes recherches, que les éléments du pyrogallol s'unissent aux éléments de l'oxyde ferrique, pour engendrer une base complexe pyrogalloferrique, dont les sels minéraux, chlorure, nitrate, sulfate, sont rouge brun, et dont les sels organiques sont bleu violacé. En effet, quand on traite le chlorure rouge brun pyrogalloferrique par de l'acétate de soude, il se forme du chlorure de sodium et de l'acétate bleu violacé pyrogalloferrique par suite du double échange. Et d'autre part, quand on ajoute à ce chlorure pyrogalloferrique une quantité suffisante d'ammoniaque, de potasse ou de soude, de baryte ou de chaux, on n'obtient jamais de précipité d'hydrate ferrique, mais une couleur rouge fuchsine foncée, due sans doute à l'hydrate pyrogalloferrique, base soluble, qui par saturation avec l'acide acétique donne l'acétate bleu. On peut encore admettre que la formation du composé pyrogalloferrique entraîne la mise en liberté d'une certaine proportion d'acide qui fait virer au rouge brun, lorsqu'il est minéral, et qui est sans effet sur le sel bleu, lorsqu'il est organique. Le premier effet de l'ammoniaque qui amène au bleu le produit brut de la réac-

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 593.

tion du pyrogallol sur les sels ferriques minéraux, avant que l'on remarque les transitions successives, précédemment signalées par moi, vient à l'appui de cette manière de voir.

» On ne constate aucune différence d'action entre celle de l'acétate ferreux pur et celle du sulfate de protoxyde de fer. L'acétate ferrique, qu'il soit préparé directement ou par le mélange du perchlorure de fer avec un léger excès d'acétate d'ammoniaque, de soude, de baryte ou de chaux, donne instantanément par la solution de pyrogallol une magnifique couleur bleue légèrement violacée.

» L'ammoniaque fait virer cette couleur au violet, puis au rouge, par suite de la mise en liberté successive de l'hydrate pyrogalloferrique; l'acide acétique employé sans excès rétablit le bleu, c'est un fait général.

» L'acétate pyrogalloferrique est lent à s'altérer et à passer au noir insoluble; ce n'est qu'au bout de quelques jours que la dégradation de teinte commence à se manifester. Lorsqu'on fait bouillir la liqueur, même après sa formation, la couleur se précipite immédiatement et forme un dépôt bleu noir insoluble dans l'alcool.

» On sait que l'acétate ferrique, préparé à l'aide du sulfate et de l'acétate de plomb, exposé pendant quelques heures à la chaleur du bain-marie, perd la propriété d'être précipité en bleu de Prusse par le cyanure jaune. J'ai constaté que ce composé, dans lequel le fer est évidemment à un état moléculaire différent, ne possède plus la propriété de virer au bleu par le pyrogallol.

» La couleur bleue, qui résulte de l'action de 1,26 de pyrogallol sur 2,59 de tartrate ferricopotassique dissous dans 60 grammes d'eau, se prend en gelée au bout de huit jours : la matière est alors insoluble et semble être un produit d'oxydation.

» Le succinate d'ammoniaque, qui précipite si complétement les sels ferriques, perd ce pouvoir lorsqu'on le mélange préalablement de pyrogallol, et ne donne plus alors, par le perchlorure de fer, qu'une belle couleur bleue tout à fait soluble dans l'eau. Il s'est formé du chlorure ammonique et du succinate de la base constituée par les éléments du pyrogallol et de l'oxyde ferrique.

» Lorsqu'on ajoute à un mucilage de gomme arabique d'abord une solution de pyrogallol, puis du perchlorure de fer, il ne se forme plus de précipité gélatineux, mais une couleur bleue soluble qui passe au brun par un excès de perchlorure. Le gummate de chaux se comporte comme le succinate d'ammoniaque; il subit, au contact du perchlorure, une double

décomposition qui produit du chlorure de calcium, et c'est au moment où le gummate ferrique prend naissance qu'intervient le pyrogallol pour s'unir à l'oxyde ferrique, et former cette base composée dont le gummate est soluble et bleu comme le succinate, l'oxalate, le tartrate, le butyrate ou l'acétate.

» Le sucrate et le glucosate de chaux, préparés avec excès de sucre et de glucose, ne donnent pas de composés analogues à ceux qui précèdent; dès qu'on y ajoute l'acide pyrogallique, il se produit une coloration rose, qui brunit très-rapidement à la surface, comme avec l'hydrate de chaux en dissolution dans l'eau pure.

» Les matières albuminoïdes, au contraire, agissent à la manière de la gomme naturelle. Ajoute-t-on, par exemple, à une solution d'albumine filtrée du pyrogallol, puis une fraction de goutte de chlorure ferrique, on obtient une coloration bleue. Ainsi l'albuminate de soude, que le perchlorure de fer coagule, perd cette propriété par la présence et l'action spéciale de ce phénol; la solubilité de la couleur bleue violacée est complète, le filtre ne retient aucun résidu.

» De ces faits découlent tout naturellement quelques applications, soit à la chimie analytique, soit à la chimie de la teinture et de l'impression des tissus, que je crois devoir signaler dès maintenant, mais dont je me réserve l'étude ultérieure.

» L'action de l'ammoniaque sur le chlorure pyrogalloferrique, que j'ai fait connaître (1), tellement sensible qu'on pourrait, à l'aide de 1 gramme de perchlorure de fer, colorer ainsi en rouge pourpré 2 hectolitres d'eau, amène cette conséquence : que toute substance qui fera virer, soit au bleu, soit au violet, soit au rouge pourpre le rouge brun du chlorure pyrogalloferrique, pourra être rangée dans la classe des substances alcalines ou des alcaloïdes; que l'on aura, par suite, un moyen fort simple de distinguer un alcaloïde d'un glucoside, substance qu'une nomenclature vicieuse tend à faire confondre.

» Pour préparer le réactif, il faut avoir soin d'ajouter fort peu de chlorure ferrique au pyrogallol, puisqu'un léger excès de ce dernier ne peut nuire. On se servira d'une dissolution alcoolique lorsque la substance à essayer est insoluble dans l'eau. L'alcaloïde, même solide, bleuit au contact du chlorure pyrogalloferrique, tandis que le glucoside ne produit aucun changement de teinte. J'indiquerai dans une prochaine Communi-

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 8 septembre 1873.

cation les bonnes conditions où il faut se placer pour obtenir la réaction la plus nette et son degré de sensibilité relative pour les principaux alcaloïdes.

» Dans certains cas, il sera bon de préférer cette application à la teinture de tournesol. L'aniline, comme on le sait, ne ramène pas au bleu la teinture de tournesol rougie par un acide. Il suffit, au contraire, d'en ajouter une goutte à la dissolution aqueuse étendue de chlorure pyrogalloferrique, et d'agiter pendant quelques secondes pour obtenir une magnifique couleur bleue.

» Toutefois, tant qu'un corps n'est pas pur, tant qu'on n'est pas certain de l'absence de toute trace d'un sel organique ammoniacal, alcalin ou alcalino-terreux, on ne peut tirer de conclusion de ce virage au bleu, puisque le chlorure pyrogalloferrique vire au bleu par l'action de l'acétate de soude ou du tartrate d'ammoniaque, ou même de la gomme arabique ou du gummate de chaux.

» De mes expériences sur le sucrate et le glucosate de chaux il résulte que ces corps ne sont pas des sels dans l'acception habituelle du mot, qui implique une dissimulation réciproque des propriétés des constituants, mais des composés analogues aux hydrates alcalins ou alcalino-terreux. On pourra donc tirer parti de l'action du pyrogallol pour reconnaître si telle ou telle substance remplit réellement les fonctions d'un acide, si par conséquent ses combinaisons neutres avec les alcalis peuvent être rangées dans la classe des sels.

» D'autre part, la propriété que présentent les liqueurs pyrogalloferriques rouge brun de s'altérer et de donner un précipité noir de tannomélanate de fer, celle des bleus au tartrate ferricopotassique et à l'acétate ferrique qui conduit au même résultat soit avec lenteur, soit immédiatement, quand on les fait bouillir, amènent à penser à leur application à la teinture et à l'impression du coton. S'il s'agit de teinture, il faut maintenir le tissu ou les fibres textiles humides pour que l'insolubilité se produise et que la couleur se fixe. S'il s'agit d'impression, on trouvera avantage à faire agir le pyrogallol sur un mélange de mordant de rouille sans excès d'acide et d'acétate de soude : comme à l'ordinaire, d'ailleurs, épaissir, appliquer et vaporiser.

» Ce noir laisse à désirer comme nuance, mais il pourra servir de fond à certaines couleurs composées du genre vapeur. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la matière colorante du vin.* Note de M. E. Duclaux.

« Le Mémoire que je présente à l'Académie est relatif à la matière colorante du vin. J'ai cherché à faire disparaître en partie les contradictions et les lacunes que présente la science sur ce sujet. Voici les principaux résultats auxquels je suis arrivé.

» La matière colorante du vin, étudiée lorsqu'elle n'a pas encore subi l'action de l'air, est une substance transparente, ayant la couleur et la consistance de la gelée de groseilles un peu ferme. Elle est soluble dans l'eau et l'alcool, auxquels elle donne une teinte gris de lin à peine sensible, que l'action d'une trace d'acide fait passer au rouge vif. Abandonnée quelque temps à l'air, surtout sous l'influence de la chaleur, elle absorbe l'oxygène, se fonce en couleur, devient de plus en plus insoluble dans l'eau laisse déposer des pellicules qui, si l'on évapore complétement la solution, restent sous forme d'un enduit cohérent, opaque, se détachant en écailles par refroidissement.

» A cet état, la matière est insoluble dans l'eau, mais elle est restée soluble dans l'alcool, qu'elle colore d'une belle teinte pourprée, même en l'absence des acides. Une addition d'eau, même considérable, ne la précipite pas d'abord; elle ne se sépare que peu à peu, sous l'influence du temps, et immédiatement, si à la solution hydro-alcoolique on ajoute une trace d'acide. Elle est en effet, à cet état, moins soluble dans les liquides acidulés que dans les mêmes liquides neutres, à l'inverse de ce qu'on croyait jusqu'ici.

» Le dépôt obtenu par l'action du temps ou par celle des acides donne par la dessiccation une substance dure, cohérente, à cassures conchoïdales, à reflets un peu métalliques : c'est le dernier terme des transformations que la matière colorante peut subir sans se détruire, et elle prend cette forme en vertu d'un simple changement moléculaire, d'une augmentation dans la cohésion, analogue à celles que présentent plusieurs précipités. L'oxygène de l'air ne joue aucun rôle dans le phénomène.

» Si l'on traite cette matière, après l'avoir pulvérisée, par quelques gouttes d'une solution concentrée de potasse, et si l'on chauffe, on voit d'abord la masse verdir, puis reprendre une teinte rouge. Au bout de quelques instants, tout est dissous. La liqueur alcaline ainsi obtenue, traitée par un acide, laisse déposer de nouveau la matière colorante à un état demi-gélatineux, non-seulement pareille à ce qu'elle était avant l'action de la po-

tasse, mais remontée pour ainsi dire d'un cran dans l'échelle des modifications qu'elle peut subir; car elle a repris sa solubilité dans l'alcool, et peut la reperdre sous l'action du temps ou des acides.

» Toutefois, cette opération doit être conduite rapidement; car la matière colorante en solution alcaline absorbe bientôt l'oxygène de l'air en se détruisant, ainsi qu'on l'a du reste observé depuis longtemps.

» Ces faits me servent à expliquer les phénomènes de décoloration qui se produisent dans un vin qui vieillit, et à rendre compte de certains autres faits observés dans la pratique et restés assez obscurs jusqu'ici.

» Je termine mon travail en comparant à la matière colorante du vin trois substances, fréquemment employées comme teinture pour foncer la couleur des vins faibles ou masquer des additions frauduleuses d'eau. Ce sont la *mauve*, le *Phytolacca decandra*, et le *carmin de cochenille*. J'indique les moyens de reconnaître leur présence dans le vin.

» Pour la *mauve*, j'utilise l'action de l'oxygène, sous l'influence duquel la matière colorante devient, à l'inverse de celle du vin, de plus en plus soluble dans l'eau.

» Pour la *cochenille*, je mets à profit l'aspect caractéristique de cette teinture quand on l'examine au spectroscope. Les bandes d'absorption qu'elle produit sont essentiellement différentes de celles du vin.

» Enfin, pour le *Phytolacca*, je le découvre au moyen de l'hydrogène naissant, qui le décolore subitement, tandis qu'il ne décolore le vin qu'avec une lenteur très-grande, et dont l'action présente en outre le caractère original que voici : c'est que la teinture de *Phytolacca*, lorsqu'elle est mélangée au vin, entraîne la couleur de celui-ci dans sa destruction rapide, sous l'influence de l'hydrogène, tellement qu'avec $\frac{1}{5}$ de la matière colorante du *Phytolacca*, le vin se décolore dix fois plus vite que s'il était pur. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les acides volatils du vin.* Note de M. E. Duclaux.

« Le problème que je me suis posé dans le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est le suivant : Étant donné un liquide de composition quelconque, renfermant des quantités assez faibles, 1 à 2 décigrammes par litre, d'un mélange d'acides gras volatils, déterminer la nature, la quantité totale et les proportions relatives de ces divers acides

» J'ai utilisé, pour la solution de cette question, le procédé de distillation, avec fractionnement des produits, qui m'a déjà servi au dosage des

acides gras formés pendant la fermentation alcoolique, et l'étude que j'en ai faite m'a conduit à poser les lois suivantes :

» 1° Quand on distille une solution étendue d'un acide volatil quelconque, on peut, moyennant quelques précautions, arriver à une régularité telle, que les quantités d'acide qui passent avec un volume déterminé de liquide soient les mêmes, dans diverses opérations successives, à $\frac{1}{500}$ près.

» 2° Ces quantités d'acide distillé sont en outre exactement proportionnelles à la quantité totale d'acide que l'on a introduite dans la cornue.

» 3° Lorsque la quantité de liquide recueillie croît en progression arithmétique, les quantités d'acide qui y sont contenues croissent ou décroissent en progression géométrique. La raison de la progression est variable d'un acide à l'autre et va en décroissant au fur et à mesure qu'on s'élève dans la série. Elle est plus grande que l'unité pour l'acide formique et l'acide acétique, à peu près égale à 1 pour l'acide métacétique, plus petite que l'unité pour les acides butyrique et valérianique.

» 4° Lorsqu'on distille un mélange d'acides gras, chacun d'eux distille comme s'il était seul.

» Ces lois, une fois démontrées, me conduisent à un procédé de dosage dont j'indique les détails d'une manière générale, et que j'applique ensuite à l'étude des vins.

» Je trouve que ces liquides, lorsqu'ils sont sains, renferment de l'acide acétique, en proportions assez faibles, mélangé à $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{15}$ d'acide butyrique, ce qui est, comme je le démontre, à peu près le rapport normal des acides gras principaux formés pendant la fermentation alcoolique. J'y trouve encore, d'une manière assez constante, de l'acide valérianique, dont la quantité ne dépasse pas 10 milligrammes par litre, et, en proportions presque infinitésimales, un acide gras supérieur que le manque de produits m'a empêché de déterminer.

» Les diverses maladies du vin apportent à la composition de ce mélange d'acides des modifications de diverse nature.

» La maladie du tourné ou de la pousse s'accompagne de la formation de quantités à peu près égales d'acide acétique et d'acide métacétique. Je le démontre d'une façon rigoureuse, en étudiant, par comparaison, deux échantillons d'un même vin : l'un chauffé et resté inaltéré, l'autre non chauffé et devenu malade. Je n'ai pas trouvé d'autres acides gras dans les produits de cette maladie, bien que j'aie opéré sur des vins renfermant $2^{gr},55$ d'acide acétique et $2^{gr},60$ d'acide métacétique par litre.

» Pour la maladie de l'amertume, dont j'ai eu moins d'exemples, je trouve qu'elle développe de l'acide acétique, de l'acide butyrique et des traces d'acides gras supérieurs. La proportion d'acide butyrique formé est plus considérable que dans la fermentation alcoolique.

» Les deux maladies de l'amer et du tourné doivent donc être considérées comme spécifiquement distinctes au point de vue des acides qu'elles produisent, comme elles le sont au point de vue de l'aspect des végétations qui leur donnent naissance.

» Quant à la maladie de l'acescence, j'y reviendrai dans un travail spécial. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Mouvement provoqué dans les étamines de* Mahonia *et de* Berberis; *conditions anatomiques de ce mouvement*. Note de M. É. **Heckel**, présentée par M. P. Duchartre.

« L'étude du mouvement provoqué des *Mahonia* et des *Berberis* serait incomplète si elle était dépouillée de toute donnée capable de faire connaître le mécanisme et le lieu anatomique de ce mouvement. L'expérimentation physiologique m'avait déjà conduit à localiser la force vive de ce mouvement dans la portion concave du filet; mais l'examen anatomique ne m'avait fourni aucune notion décisive sur son siége vrai.

» Ainsi que tous les anatomistes qui se sont occupés de cette question, je ne trouvais comme organe moteur qu'un tissu cellulaire parenchymateux, qui ne se distingue en rien du parenchyme ordinaire; le contenu des cellules, comme dans beaucoup d'autres organes similaires, se compose d'amidon et de chlorophylle, et je devais conclure, ainsi que mes devanciers, au développement d'une propriété particulière à ces tissus cellulaires, dans certaines circonstances favorables, quand je songeai heureusement à vérifier la théorie avancée par Cohn (1), au sujet du mouvement des étamines des Centaurées (*Macrocephala*, *Scabiosa* et *Jacea*). Pour cet auteur, ce phénomène, qui rappelle un peu celui que j'ai étudié dans le *Mahonia*, n'est pas lié à un déplacement d'eau (comme dans les bourrelets de la Sensitive), *mais probablement* (sic) *à un simple changement de forme de cellules qui deviennent à la fois plus courtes et plus épaisses*. Pour que ce fait soit prouvé, dit Sachs, il faudra des recherches beaucoup plus approfondies. Il m'a

(1) *Contractile Gevebe in Pflanzenreich*; Breslau.

paru que l'état anesthésique de l'étamine devait être utilement employé pour une investigation de l'état cellulaire avant et après l'irritation.

» A mon sens, ce qui avait empêché de trouver une différence entre l'état de *tension* et de *distension*, c'était l'impossibilité de pratiquer une coupe sans déterminer la contraction immédiate : les anesthésiques permettaient donc seuls de réaliser cette dissociation de deux états bien différents. Le résultat a été conforme à mon attente; des coupes longitudinales m'ont prouvé que, dans l'état de sommeil, les cellules de la partie irritable de l'étamine (la face concave seule est sensible) sont disposées parallèlement et sont toutes plus longues que larges; leur contenu coloré en jaune est disséminé dans toute la cavité utriculaire et surtout appliqué sur les parois. Après l'irritation, ces mêmes cellules, dont l'enveloppe est striée transversalement, sont raccourcies et ramassées sur elles-mêmes de façon à n'occuper que les deux tiers de l'espace primitif; leur contenu ramené des différents points de la circonférence est condensé au centre de l'utricule, et les stries transversales sont accusées au plus haut degré. On remarque même que le contour de chaque cellule est bosselé et que les parties rentrantes des bosselures opposées se rapprochent au point de se toucher. Si, prenant un fragment superficiel du filet qui a subi l'irritation, on le place dans le champ du microscope sur une plaque de verre humectée de glycérine et qu'on observe ce que deviennent ces cellules ainsi contractées et ramassées (telles que Cohn les avait imaginées), on ne tarde pas à les voir peu à peu se distendre et reprendre, dans un laps de temps plus ou moins long, la position et la forme normales qu'on remarque dans les fragments enlevés pendant l'anesthésie.

» Les cellules du dos de l'étamine (cette partie est insensible) présentent une disposition conforme à celle que je viens d'indiquer, et cependant, outre l'insensibilité qui les caractérise, elles ont un rôle tout opposé à celui de leurs antagonistes. Je me suis assuré qu'elles agissent dans un sens constamment contraire à celles de la face concave, c'est-à-dire que, pendant l'anesthésie (période de repos), elles sont contractées, et qu'elles sont distendues, par contre, aussitôt après l'effet de l'irritation.

» Ces cellules sont-elles l'organe du mouvement? Tout le fait supposer, car elles agissent en dehors de la présence de l'épiderme dont les cellules sont contractiles (1). J'ai pu, en effet, enlever sur des étamines tout l'épi-

(1) La sensibilité ne réside pas non plus exclusivement dans ces cellules épidermiques, comme Sachs l'avait affirmé; car, après l'enlèvement de l'épiderme de la face concave, l'ir-

derme soit d'une face, soit des deux à la fois, sans que rien fût changé dans la nature du phénomène que j'étudie.

» La cellule contractile des deux faces de l'étamine est mobile, non sans doute par son enveloppe, mais bien par son protoplasma granuleux qui se contracte et qui entraîne, par cette diminution de volume, le retrait de la membrane enveloppante. Ce qu'il y a de bien remarquable, c'est l'antagonisme des deux groupes de cellules dorsales et antérieures. Les premières se contractent sous l'influence de l'irritation et le mouvement de l'organe se produit; dans le même temps, les secondes (cellules du dos de l'étamine) se trouvent distendues par la contraction du filet et s'allongent; mais elles tendent à réagir et à revenir à leur état normal qui est la contraction (1). Un mouvement lent se produit alors par lequel l'étamine revient peu à peu à sa position de tension attendant une nouvelle irritation pour se déplacer. Ce mécanisme du mouvement, tel que je viens de le décrire et tel que je crois l'avoir bien observé, donne du reste l'explication de tous les phénomènes physiologiques que l'expérimentation peut faire naître, ou qui se produisent naturellement. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la direction du vent en haute et en basse région, pendant la tempête du* 13 *avril* 1874. Note de M. **Chapelas**.

« Dans la matinée du 13 courant, au moment où la tempête que nous avons supportée pendant les journées des 11, 12, 13 et 14 avril, et qui a causé tant de sinistres maritimes, était dans toute sa violence, nous notions une pression barométrique de 742 millimètres, et pour le vent ainsi que pour les nuages de la moyenne et basse région une direction sud-sud-ouest sud-ouest.

» Profitant d'une petite éclaircie, de fort peu de durée d'ailleurs, il m'était possible d'observer la marche d'un léger filament de cirrus (2) se dirigeant du nord-est au sud-ouest avec un mouvement bien accentué.

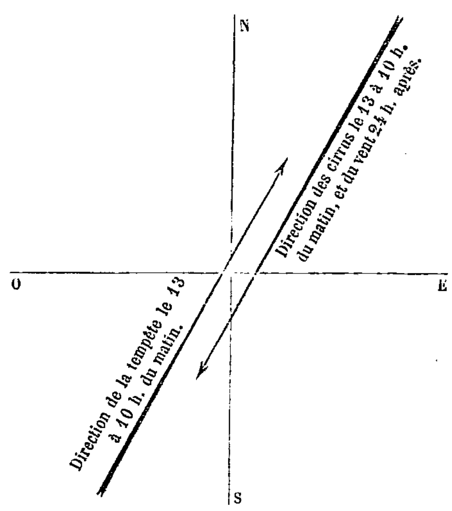
---

ritabilité continue à se produire par les différents agents connus, mais avec une intensité moindre.

(1) L'état normal (avant l'irritation) des cellules de la face concave du filet est, au contraire, la *distension :* elles ne s'en éloignent momentanément que pour y revenir le plus promptement possible.

(2) Il est bien entendu que cette observation a été faite à l'aide d'un point de repère, car il est bien évident que deux couches de nuages marchant dans le même sens, mais avec des vitesses différentes, produiraient le même résultat.

» Vingt-quatre heures après, c'est-à-dire dans la matinée du 14, le vent et les diverses couches de nuages étaient de direction nord-est nord-nord-est, le baromètre remontait de 4 millimètres et continuait son mouvement de hausse jusqu'au 19.



» Cette observation m'a paru importante à signaler, et du reste, chaque fois que des faits analogues ont pu être observés, je me suis empressé de les relater; car, à mon avis, ils peuvent être d'une grande utilité dans l'étude des courants atmosphériques, quant à leur inclinaison et à leur mode de propagation. »

M. le général **Morin**, en présentant à l'Académie la 1re livraison du tome IV de la *Revue d'Artillerie*, s'exprime comme il suit :

« Le numéro du tome IV de la *Revue d'Artillerie*, que je présente à l'Académie, contient :

» 1° La suite des articles rédigés par M. le capitaine Jouart sur les artilleries étrangères;

» 2° D'utiles renseignements sur les simulacres de siége exécutés à Graudenz en 1873;

» 3° L'examen des expositions de matériel d'artillerie faites à Vienne par la Suède et la Norwége;

» 4° Le résumé très-intéressant d'une enquête ouverte dans toute l'arme sur les qualités et les défauts du matériel d'artillerie employé pendant la guerre de 1870-1871.

» Au dépôt de ce numéro je joins celui de deux Notes extraites de la même Revue et dont l'auteur, M. le capitaine Castan, attaché à la poudrerie du Bouchet, est l'un de nos officiers les plus consommés dans l'art complexe de fabriquer les poudres et d'apprécier leurs effets à tous les points de vue du service.

» Après avoir établi les conditions que doit remplir une poudre destinée aux canons rayés, l'auteur indique les moyens à employer pour obtenir des poudres dont la combustion soit progressive et régulière. Il fait voir que, la composition et par suite la quantité de chaleur développée dans la combustion restant les mêmes, on peut satisfaire aux conditions imposées, pour la vitesse et pour la conservation des bouches à feu, en faisant varier, dans des limites convenables, quatre éléments dont le poudrier est maître, savoir :

» La densité, l'épaisseur des grains, la surface d'inflammation et l'état de cette surface.

» Quant à la poudre prismatique russe, il signale les défauts de sa fabrication et son manque d'homogénéité auquel on a pu remédier au Bouchet, sans toutefois faire disparaître ses inconvénients principaux.

» Cette étude d'un officier parfaitement compétent pour examiner la question sous toutes ses faces montre, une fois de plus, que si les recherches de la Chimie peuvent jeter beaucoup de jour sur l'ensemble des effets des matières explosives, les procédés et les conditions de la fabrication ont une influence prépondérante sur ceux des poudres dont la composition normale, adoptée depuis des siècles, est le résultat des longues observations des artilleurs de tous les pays. »

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 avril 1874.

(suite.)

Verslagen en mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1868-1873. Amsterdam, Van der Post, 1868-1873; 7 vol. in-8°.

Jaarboek van de Koniklijke Akademie van Wetenschappen gevestigd te Amsterdam voor 1869-1872. Amsterdam, Van der Post, 1869-1872; 4 vol. in-8°.

Verslagen en mededeelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1871-1873. Amsterdam, 1871-1873; 3 vol. in-8°.

Anales del Observatorio de Marina de San-Fernando; seccion 2ª: *Observaciones meteorologicas, ano* 1872. San-Fernando, tip. de Gay, 1873; in-fol.

Annales Academici CIƆIƆCCCLXVIII-CIƆIƆCCCLXX. Lugduni Batavorum, 1873-1874; 2 vol. in-4°.

Processen-verbaal van de gewone vergaderingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1869-1873. Amsterdam, 1870-1873; 4 br. in-8°.

Notice sur des Tables logarithmiques hollandaises; par D. BIERENS DE HAAN. Rome, imp. des Sciences mathématiques et physiques, 1874; in-4°.

Lo sviluppo storico della teoria dei poligoni stellanti nell' antichità e nel medio evo del Dr S. GUNTHER, traduzione dal tedesco del Dr A. SPARAGNA. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

Un' ultima Lettera sulle peripezie della serie di Lagrange, in riposta al prof. A. Genocchi per L.-F. MENABREA, A.-D.-B. BONCOMPAGNI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°. (Ces trois derniers ouvrages sont extraits du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle scienze matematiche e fisiche.*)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AVRIL 1874.

Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme, professées à la Faculté de Médecine de Paris; par Ch. ROBIN, Membre de l'Académie des Sciences; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1874; in-8°, relié.

Traité de Chimie générale élémentaire; par M. A. CAHOURS, Membre de l'Académie des Sciences; 3e édition, t. Ier. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-18.

Logements incombustibles pour l'armée. Système Tollet; 1re partie: *Logement des troupes;* 2e partie: *Hôpitaux;* 4e partie: *Écuries et magasins.* Paris, Broise, Mémoire autographié, avec planches. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Revue scientifique. Travaux francais. Zoologie; par M. S. JOURDAIN, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. Sans lieu ni date; 6 br. in-8°.

Revue de Géologie pour les années 1870 *et* 1871; *par* M. DELESSE *et* M. DE LAPPARENT; t. X. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1873; t. XV. Bordeaux, imp. Ragot, 1874; in-8°.

Traité d'hygiène militaire; par G. MORACHE. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1874; in-8°.

Revue d'Artillerie; 2e année, t. IV, 1re liv., avril 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°.

Étude des poudres pour le nouveau matériel de l'artillerie de terre; par F. CASTAN. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1873; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Artillerie.*)

Sur l'emploi des nouvelles poudres dans les canons de tous les calibres; par F. CASTAN. Paris, Berger-Levrault, 1874; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Artillerie.*)

Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. le Général Morin.

Détermination des éléments de construction des électro-aimants suivant les applications auxquelles on veut les soumettre; par M. le Comte TH. DU MONCEL. Paris, Gauthier-Villars, 1874; br. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

Études sur un pygopage humain bifemelle, né à Mazères (Ariége); par les Drs N. JOLY *et* PEYRAT. Toulouse, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Étude sur le Phylloxera. Conservation des vignobles par la rhizoplastie ou adjonction de racines américaines, etc.; par L. GACHASSIN-LAFITE. Bordeaux, Feret, 1874; br. in-8°.

Traité du développement de la fleur et du fruit; par H. BAILLON; liv. 5. Paris, V. Masson, 1874; in-8°.

Application de la Géométrie élémentaire à l'Arithmétique; par A. RIÇOUR. Douai, Lucien Crépin, 1873; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des Actes officiels de l'Administration sanitaire, publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; t. III. Paris, J.-B. Baillière, 1874; 1 vol. in-8°.

(A suivre.)

N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 Avril 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 17 (27 Avril 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AVRIL 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Quatrième Mémoire sur la dynamique chimique;* par M. **Becquerel**. (Extrait.)

« Le nouveau Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie sur la dynamique chimique a pour but de faire connaître non-seulement le mode d'évolution des éléments des corps qui se combinent ensemble, mais encore l'intensité des forces ou affinités en vertu desquelles s'opèrent les combinaisons, du moins leurs rapports réciproques.

» On conçoit que les effets de réduction et autres, qui ont lieu dans les espaces capillaires, rentrent dans le domaine de la dynamique chimique, puisqu'ils sont dus à des actions électrocapillaires, en vertu desquelles les parties constituantes des corps sont séparées, en exécutant certaines évolutions, pour former de nouvelles combinaisons; tel est le principe dont je cherche à déduire toutes les conséquences.

» On emploie diverses méthodes pour déterminer les forces électromotrices et par suite les rapports entre les affinités de deux dissolutions qui réagissent l'une sur l'autre et celle d'une dissolution sur un gaz

adhérant à une surface métallique (1). M. Ed. Becquerel a fait une étude approfondie des moyens à employer pour déterminer les forces électromotrices. La méthode dont il a fait d'abord usage consiste à employer la balance électromagnétique avec des bobines de résistance, afin que celle-ci soit sensiblement la même dans toutes les expériences, pourvu toutefois que l'on emploie de larges électrodes et des couples ayant une certaine étendue, atténuant ainsi au moment de l'observation, autant que possible, les effets de la polarisation. Mais ces conditions, qui sont excellentes dans les cas ordinaires, ne peuvent être remplies en opérant avec des tubes fêlés et de petites lames, les fissures n'ayant que quelques millièmes de millimètre d'ouverture; si l'on remplace les tubes fêlés par des diaphragmes poreux, le mélange des dissolutions se fait alors trop facilement pour qu'il y ait seulement simple contact pendant la durée des expériences. En outre, cette méthode, qui est surtout applicable aux effets des couples constants d'intensité, est d'une application très-difficile, quand une polarisation se produit dans le circuit : tel est le cas des effets que j'ai eu à étudier.

» J'ai donc préféré me servir de la méthode d'expérimentation, dite *par opposition*, qui est la plus simple et la plus exacte, en employant la pile thermo-électrique, imaginée par M. Ed. Becquerel et dont j'ai donné la description dans le Mémoire; d'après cette méthode et avec des précautions nécessaires, on annule le contre-courant dû à la polarisation des lames qui plongent dans les dissolutions; en outre, les résultats obtenus ainsi ne sont pas soumis aux variations dues aux couples hydro-électriques que j'employais antérieurement : j'ai donc abandonné ces couples en raison des différences qu'ils présentaient,

» J'arrive maintenant aux expériences qui font l'objet de ce Mémoire, et dont les résultats mettent en évidence les évolutions qui sont produites entre les parties constituantes de deux dissolutions qui réagissent chimiquement l'une sur l'autre. On a cherché successivement, avec deux électrodes en or, la force électromotrice des deux dissolutions réagissant l'une sur l'autre, puis avec des électrodes à eau. Les couples à eau jouent un rôle important dans ces expériences; on les forme en plongeant dans chacune des dissolutions un tube fêlé, rempli d'eau distillée, contenant chacun une lame d'or ou de platine, selon que l'une d'elles est alcaline ou non. Les résultats obtenus sont tels que, si l'on opère avec des dissolutions de sels

(1) Voir les deux Mémoires de mon fils Edmond, principalement : *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, t. Ier, p. 257, et *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXVIII.

neutres, on n'observe aucun effet électrique; dans les cas où il s'agit de combinaisons, on a un appoint de force électromotrice. Ces résultats montrent que la combinaison d'un acide avec un alcali ne s'opère pas, sous le rapport des évolutions des parties constitutives, comme la réaction d'une dissolution de sel neutre sur une autre dissolution de sel neutre. On a pris pour unité le centième de la force électromotrice du couple à sulfate de cadmium, qui est le plus constant de ceux que nous avons employés jusqu'ici.

» Voici les résultats obtenus, qui sont les moyennes d'un grand nombre de résultats :

1er couple (électrodes d'or)...	SO^3, 6HO. KO, 6HO.	182,5	
2e couple (électrodes d'eau)...	SO^3, 6HO. KO, 6HO.	37,5	
3e couple (électrodes d'or)...	SO^3, 6HO. Eau...... KO, 6HO.	152,0	
4e couple (électrodes d'or)...	SO^3, 6HO. Eau......	36,0	150
5e couple (électrodes d'or)...	KO, 6HO. Eau......	114,0	

» De ces résultats on tire les conséquences suivantes : en retranchant de la force électromotrice du premier couple la somme des forces électromotrice des sommes 4 et 5, on devrait avoir zéro, tandis qu'on a une différence égale à 32, laquelle devrait être égale à la force électromotrice du deuxième, qui est ici de 37. La différence ne peut être attribuée qu'à des erreurs presque inévitables, dans des expériences aussi délicates que celles dont il est question. La différence 32 ne peut provenir que de la réaction de l'acide anhydre sur l'alcali anhydre.

» Passons aux résultats obtenus dans la combinaison de l'acide nitrique avec la potasse.

Forces électromotrices moyennes.

1er couple...	AzO^5, 6HO.. KO, 6HO...	374
2e couple...	AzO^5, 6HO.. KO, 6HO...	85
3e couple...	AzO^5, 6HO.. Eau....... KO, 6HO...	287

4e couple...	$AzO^5, 6HO$.. / Eau........	172	286
5e couple...	$KO, 6HO$... / Eau........	114	

» En faisant le même calcul que dans les expériences précédentes, c'est-à-dire en retranchant 286 de 374, on a une différence égale à 88, qui représente la force électromotrice provenant de la réaction de l'acide azotique anhydre sur la potasse également anhydre. La force électromotrice du deuxième couple devrait être égale à 88, mais elle n'en diffère que de 3; cette différence est dans les limites des erreurs qui peuvent être commises dans ces expériences.

» On voit donc, par ces résultats, que l'acide sulfurique et l'acide nitrique, en se combinant avec la potasse, renferment tous les trois 6 équivalents d'eau. La combinaison s'opère de la manière suivante, comme on l'a déjà indiqué dans le précédent Mémoire. Lorsque l'un des deux acides se combine avec la potasse, contenant, chacun, 6 équivalents d'eau, il s'opère des évolutions qui sont les mêmes que celles qui ont lieu dans le mélange de deux dissolutions de sels neutres, c'est-à-dire qu'une petite quantité d'acide sulfurique, par exemple, se porte d'abord sur une petite portion de l'eau unie à la potasse; de même qu'une petite partie de celle-ci se porte sur une petite partie de l'acide, de sorte que, pendant un temps excessivement court, ces trois corps sont en présence; et il s'opère une combinaison de deux hydrates et une autre de l'acide avec l'alcali non hydratés, qui reprend ensuite aux deux autres une portion de leur eau pour se mettre en équilibre d'hydratation. Il n'est guère possible d'expliquer autrement les évolutions qui ont lieu dans la combinaison d'un acide hydraté avec un alcali hydraté, en s'appuyant sur la détermination des forces électromotrices qui sont produites pendant les évolutions qui précèdent la combinaison.

» En augmentant les quantités d'eau, les résultats paraissent être les mêmes; les expériences faites avec $SO^3, 12HO$ et $KO, 12HO$ ont donné sensiblement les mêmes résultats, quant aux différences 32 et 88. On doit en conclure que dans la réaction d'une dissolution acide sur une dissolution alcaline, l'une et l'autre hydratées, il se produit des effets électriques résultant de trois combinaisons différentes, et que l'on ne peut reconnaître qu'en opérant comme on vient de l'indiquer. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les mélanges réfrigérants.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. Les recherches que j'ai présentées à l'Académie sur les hydrates cristallisés de l'acide sulfurique (*Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 716), fournissent les données nécessaires pour calculer l'abaissement de température que ces hydrates développent, lorsqu'on les mélange avec de la neige ou de la glace pilée. Je crois utile d'entrer dans quelques détails à cet égard, ainsi que sur les mélanges réfrigérants en général.

» 2. L'effet thermique qui se produit lorsqu'on mélange de la neige avec l'acide sulfurique bihydraté cristallisé solide est la somme de trois effets, savoir : la fusion de cet acide, qui absorbe de la chaleur, la fusion de la glace, qui en absorbe également, enfin la combinaison des deux liquides, qui dégage de la chaleur. Soit, par exemple, 3 parties d'acide et 8 parties d'eau, c'est-à-dire en équivalents SO^4H,HO (58 grammes), et $17HO$ (153 grammes) les deux corps solides, et pris à 0° :

	Cal	
La fusion de SO^4H,HO absorbe, d'après mes expériences.......	— 1,840	
Celle de $17HO$ absorbe, d'après M. Desains, $0,715 \times 17$......	—12,155	— 9,015
L'union de SO^4H,HO avec $17HO$ dégage (les deux corps liquides).	+ 4,900	

» Telle est la quantité de chaleur absorbée par 211 grammes du mélange. Pour avoir l'abaissement de température, il suffit de diviser par le produit du poids du mélange et de sa chaleur spécifique, soit par

$211 \times 0,813 = 171,5$; on trouve ainsi — 52°,6.

» Si l'on opérait à une température initiale différente et avec des composants refroidis à l'avance, un calcul fondé sur la formule qui exprime la variation de la chaleur des réactions avec la température (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VI, p. 304) montre que la chaleur absorbée s'accroît de $U - V = -(0^{Cal},1715 - 0,089)$, soit $\frac{1}{110}$ environ pour chaque degré de moins dans la température initiale. En partant de — 20°, l'abaissement additionnel sera — 62°, etc.; il croît à mesure que la température initiale est plus basse, mais lentement.

» Si l'on employait le bihydrate sulfurique à l'état liquide à 0°, la chaleur absorbée serait seulement $-7^{Cal},155$, et l'abaissement — 42°; à partir de — 20°, il serait — 50°, ce qui amène la température finale à — 70°.

» Enfin le monohydrate sulfurique, SO^4H liquide, en présence de $18HO$ solide, à partir de zéro, absorbera seulement $4^{Cal},025$, en produisant — 23°,7.

» Ces absorptions de chaleur et ces abaissements de température changent, on le voit, un peu avec la température initiale; les températures

finales seront donc d'autant plus basses que l'on partira d'un mélange déjà plus refroidi. La seule limite est le *point de congélation* du mélange d'eau et d'acide sulfurique; or ce point est situé excessivement bas.

» 3. On trouve dans les auteurs que l'on peut obtenir un froid de $-32^\circ,5$ avec 3 parties de neige et 1 partie d'acide sulfurique liquide renfermant le cinquième de son poids d'eau additionnelle. Un mélange analogue, avec des matériaux refroidis préalablement à -7 degrés, abaisserait la température jusqu'à -51 degrés. Dès le XVIIIe siècle, le mercure a pu être congelé avec de semblables mélanges de neige et d'acide sulfurique dilué. MM. Is. Pierre et Puchot, dans des expériences récentes, ont obtenu seulement -26 degrés avec le mélange de 3 parties de bihydrate cristallisé, et de 8 parties de glace pilée.

» Tous ces nombres sont inférieurs à ceux de la théorie. Mais il convient d'observer que la chaleur se partage entre les substances mélangées et leurs enveloppes; le rayonnement entraîne des déperditions considérables. En outre, et ceci est la principale cause des différences observées, une partie de la glace demeure solide, et diminue proportionnellement le froid obtenu. La neige est préférable à la glace sous ce rapport.

» 4. C'est au moyen des mélanges d'acide nitrique dilué et de neige que l'on a surtout opéré au siècle dernier pour solidifier le mercure, problème qui a si fort préoccupé les chimistes d'autrefois. Voici le calcul relatif à l'un des mélanges les plus employés. Soit l'acide nitrique $AzO^6H + 3HO$, avec 2 fois son poids de neige ($10H^2O^2$); la chaleur absorbée à partir de 0° est $-11^{Cal},000$; l'abaissement de température : -56°.

» 5. En général, la production artificielle du froid repose sur l'un des trois artifices suivants, isolés ou réunis dans une même action :

» 1° Transformation d'un liquide ou d'un solide en gaz (vaporisation de l'éther, de l'acide sulfureux; bicarbonate traité par un acide);

» 2° Liquéfaction d'un solide au contact d'un liquide (solution des sels) ou d'un autre solide (acide sulfurique cristallisé et glace; glace et chlorure de calcium, etc.);

» 3° Réaction chimique opérée au sein d'un liquide, avec formation de substances dont la dissolution absorberait plus de chaleur que celle des composés primitifs (acétates alcalins dissous et acide tartrique dissous, d'après mes expériences); ou bien formation de corps qui se décomposent à mesure au sein de l'eau, tels que les sels des acides faibles (carbonate d'ammoniaque formé par le mélange d'un carbonate alcalin dissous et du sulfate ou de l'azotate d'ammoniaque dissous), les sels acides, etc.

» 6. Quelle que soit la réaction employée, l'abaissement de tempéra-

ture $t - t_1$ peut être calculé d'après la connaissance de la chaleur absorbée dans la réaction, Q_t, du poids des produits entre lesquels elle se répartit, p, p', et de leurs chaleurs spécifiques, c, c', respectives;

$$t - t_1 = \frac{Q_t}{\Sigma pc}.$$

» Cet abaissement change lentement avec la température initiale t, toutes les fois que Q_t est considérable et que les chaleurs spécifiques peuvent être regardées comme constantes, ainsi que le montre la formule rappelée plus haut. D'ailleurs il est limité par les points de congélation des solutions salines, qui ne permettent pas d'abaisser indéfiniment la température.

» Observons qu'aucun système n'est susceptible de produire un refroidissement comparable à celui d'une masse liquide qui se transforme intégralement en gaz, comme il est facile de le reconnaître par le calcul. Par exemple, l'éther en se vaporisant produirait un abaissement théorique de −192 degrés; le sulfure de carbone, −530 degrés; l'ammoniaque liquéfiée, −460 degrés; le protoxyde d'azote, −440 degrés. Mais le refroidissement s'arrête bien au-dessous de ces termes purement virtuels, et cela dès que la tension de vapeur du liquide qui se change en gaz devient si faible, que le froid produit dans un temps donné est compensé par le rayonnement ambiant qui réchauffe le système. En fait, le froid produit par la vaporisation d'un liquide, même dans le vide, ne permet guère d'abaisser la température plus de 60 à 80° au-dessous du point d'ébullition de ce liquide sous la pression atmosphérique; on n'est parvenu à 100° que dans un seul cas jusqu'ici, celui de la congélation de l'eau dans le vide. Quoi qu'il en soit, ces chiffres, soit théoriques, soit pratiques, établissent qu'aucun procédé de refroidissement n'est comparable à la vaporisation ; l'industrie est arrivée pratiquement au même résultat. Si je le rappelle ici, c'est pour montrer que les sources de froid dont nous disposons dans les gaz liquéfiés n'ont pas dit leur dernier mot. Par un emploi mieux dirigé des ressources que la théorie indique, on doit pouvoir aller beaucoup plus bas qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, et approcher davantage de ce zéro absolu, que les doctrines actuelles semblent fixer vers −273 degrés. »

THERMOCHIMIE. — *Études et expériences sur les sulfures : sulfures alcalins;* par M. BERTHELOT.

« 1. L'acide sulfhydrique, de même que l'acide cyanhydrique, se distingue des hydracides proprement dits par le caractère de ses affinités pour

les divers oxydes. Tandis que les oxydes alcalins dégagent plus de chaleur que les oxydes métalliques en s'unissant avec l'acide chlorhydrique, aussi bien qu'avec les oxacides ordinaires; au contraire, les oxydes métalliques dégagent plus de chaleur que les oxydes alcalins en s'unissant avec l'acide sulfhydrique dissous. C'est ce que montrent les tableaux suivants, qui résultent de mes expériences (1) :

I. — *Sulfures.*

NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HS (dissous dans 8 litres)...........	+ 3,85
AzH³ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HS »	+ 3,1
BaO ($1^{éq} = 5^{lit}$) + HS »	+ 3,9
MnO (précipité) + HS »	+ 5,1 (2)
FeO » + HS »	+ 7,3 (3)
ZnO » + HS »	+ 9,6 (4)
PbO » + HS »	+13,3 (5)
CuO » + HS »	+15,8 (6)
HgO » + HS »	+24,35 (7)
AgO » + HS »	+27,9 (8)

(1) Voir mes *Recherches thermochimiques sur les sulfures* (*Comptes rendus*, t. LXXI, p. 303; 1870), où la question se trouve discutée d'après les anciennes observations. Il m'a paru nécessaire de la pousser plus avant, à l'aide d'expériences nouvelles.

(2) { MnCl ($1^{éq}=4^{lit}$) + NaS ($1^{éq}=4^{lit}$) dégage. +2,90 tout d'abord, et peu à peu. +3,22
» +NaO » . +1,85 » . +1,93

Comme NaO (étendue) + HCl (étendu) dégage +13,69, on tire de là :

HCl ($1^{éq} = 8^{lit}$) + MnO (précipité) dégage......... +13,7 − 1,9 = 11,8
HS » + MnO » .... + 3,85 + 3,22 − 1,93 = 5,14

{ C⁴H³MnO⁴ ($1^{éq}=4^{lit}$) + NaS ($1^{éq}=4^{lit}$) dégage... +3,16; après quelques minutes... +3,39
» +NaO » ... +2,08 » ... +2,26

Comme NaO (étendue) + C⁴H⁴O⁴ (étendu) dégage + 13,3, on tire de là :

C⁴H⁴O⁴ ($1^{éq} = 8^{lit}$) + MnO (précipité) dégage.... +13,3 − 2,3 = 11,00
HS » + MnO » .... + 3,85 + 3,39 − 2,26 = 5,0

(3) HS (dissous) + FeO (précipité) a été déduit de la réaction de NaS sur SO⁴Fe.

(4) { C⁴H³ZnO⁴ ($1^{éq} = 2^{lit}$) + HS ($1^{éq} = 10^{lit}$) dégage.... + 1,57; puis 1,81
» + NaO (étendue) » .... + 5,48

d'où C⁴H⁴O⁴ ($1^{éq} = 4^{lit}$) + ZnO (précipité)......... +13,3 − 5,5 = 7,8
HS ($1^{éq} = 12^{lit}$) + ZnO » .... + 7,8 + 1,8 = 9,6

Le premier chiffre varie de 7,8 à 8,9 à mesure que la liqueur devient plus étendue, comme je l'ai prouvé ailleurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 191).

(5) à (8) Voir ces notes au bas de la page suivante.

II. — *Chlorures, azotates, acètates, sulfates.*

NaO ($1^{éq}=2^{lit}$) + HCl ($1^{éq}=2^{lit}$) : 13,7	+ AzO^6H ($1^{éq}=2^{lit}$) : 13,7	+ $C^4H^4O^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$) : 13,3	+ SO^4H ($1^{éq}=2^{lit}$) : 15,85
AzH^3 » » 12,45	» 12,5	» 12,0	» 14,5
BaO ($1^{éq}=5^{lit}$) » 13,85	» 13,9	» 13,5	» (précipité) : 18,4
MnO précipité + HCl ($1^{éq}=4^{lit}$) : 11,8	»	» ($1^{éq}=4^{lit}$) : 11,0	» ($1^{éq}=4^{lit}$) : 13,5
FeO » » 10,7	»	» évalué à : 9,9	» » 12,5
ZnO » » 9,8	» ($1^{éq}=4^{lit}$) : 9,8	» trouvé : 7,85	» » 11,7
PbO » » très-étendu : 7,7 }			
» » (PbCl cristallisé) : 9,7 }	» 7,7	» » 6,6	» (précipité) : 10,7
CuO » + HCl ($1^{éq}=4^{lit}$) : 7,5	» 7,5	» » 6,2	» » 9,2
HgO » » 9,45	»	» »	» » ....
AgO » »	» 5,2	» »	» » ....

» Remarquons ici que les mesures dans lesquelles interviennent des précipités amorphes (oxydes et sulfures métalliques) ne présentent pas le même degré de certitude que les mesures relatives aux corps solubles, à cause des changements graduels de la cohésion. Cependant ces variations ne sont pas assez étendues pour infirmer aucune de mes conclusions.

» Les deux tableaux manifestent tout d'abord l'excès de chaleur dégagée

---

(5) $C^4H^3PbO^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$) + HS ($1^{éq}=10^{lit}$) dégage....... + 6,67
AzO^6Pb » + HS » .... + 5,67

J'ai trouvé d'ailleurs : $C^4H^4O^4$ (étendu) + PbO (précipité)....... + 6,6
AzO^6H » + PbO » .... + 7,7
HCl (très-étendu) + PbO » .... + 7,7 environ.

On conclut de là : HS ($1^{éq}=12^{lit}$) + PbO » .... +13,37 et 13,3

(6) $C^4H^3CuO^4$ ($1^{éq}=2^{lit}$) + HS ($1^{éq}=10^{lit}$)............ + 9,48
SO^4Cu » + HS » .... + 6,58
SO^4Cu » + NaS ($1^{éq}=8^{lit}$)........... +18,71

D'ailleurs j'ai trouvé : $C^4H^4O^4$ (étendu) + CuO (précipité)...... + 6,2
SO^4H » + CuO » ...... + 9,2
SO^4H » + NaO (étendue) ...... +15,9

On conclut : HS ($1^{éq}=12^{lit}$) + CuO (précipité) : +15,68; +15,78; +15,86.

(7) HgCl ($1^{éq}=4^{lit}$) + HS ($1^{éq}=10^{lit}$) : +14,80 | HgCy ($1^{éq}=4^{lit}$) + HS ($1^{éq}=4^{lit}$) : + 8,93
HCl (étendu) + HgO (précipité) : + 9,46 | HCy (étendu) + HgO (précipité) : +15,48
d'où HS (étendu) + HgO (précipité) 24,26 | 24,41

(8) AzO^6Ag ($1^{éq}=2^{lit}$) + HS ($1^{éq}=2^{lit}$)............... +22,7 }
AzO^6H (étendu) + AgO (précipité)............... + 5,2 }
d'où HS (12^{lit}) + AgO (précipité).............. +27,9
AzO^6Ag ($1^{éq}=2^{lit}$) + NaS ($1^{éq}=4^{lit}$).............. +32,49
d'où HS (étendu) + AgO (précipité).............. +27,8

dans la formation des chlorures, azotates, acétates, sulfates alcalins, au moyen des acides et des bases, par rapport aux sulfures alcalins, et l'excès inverse des sulfures métalliques : plomb, cuivre, argent, mercure, sur les sels solubles correspondants. Le manganèse et le fer se rapprochent des alcalis, tandis que le zinc forme le point de partage.

» De là résultent diverses conséquences d'une haute importance.

» 2. *Réactions des sulfures alcalins sur les sels métalliques.* — On voit tout d'abord que la réaction d'un sulfure alcalin soluble sur un sel métallique soluble donnera toujours lieu à un dégagement de chaleur : ce que montrent en effet les expériences citées. La réaction paraît donc nécessaire.

» 3. *Corps séparés de l'eau.* — A la vérité, les calculs précédents sont effectués sur les corps dissous, ce qui n'est pas tout à fait rigoureux. En effet, comme je l'ai montré dans mes *Recherches sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 533, 538), les réactions qui s'opèrent dans les dissolutions sont réglées par la chaleur dégagée entre les corps séparés de l'eau, mais pris avec l'état réel de combinaison définie, sous lequel chacun d'eux séparément existerait au sein du même dissolvant : d'ailleurs les corps correspondants doivent être rapportés à un même état physique, et spécialement à l'état solide. A cette fin, j'ai donc mesuré la chaleur de formation dans l'état dissous et la chaleur de dissolution des principaux acétates, formiates, chlorures, azotates, etc., tant anhydres qu'hydratés; j'ai étudié spécialement, à ce point de vue, le sulfhydrate de sulfure d'ammonium AzH^4S,HS; c'est le seul sulfure alcalin que l'on puisse isoler d'une manière certaine à l'état anhydre et cristallisé (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 491). Les chaleurs de dissolution de ces corps ont été données (1) dans le présent Recueil (t. LXXVII, p. 26, *Sur la chaleur de combinaison rapportée à l'état solide*).

» D'après l'ensemble de ces données, que j'ai cru devoir rappeler afin de préciser les questions, il est facile de calculer la formation de la plupart des sulfures métalliques, au moyen de leurs composants solides (sauf cette réserve que les sulfures et oxydes précipités ont été assimilés aux corps anhydres, laquelle réserve ne paraît pas changer les conclusions, d'après les faits relatifs aux oxydes et sulfures de plomb, d'argent, d'anti-

(1) J'y joindrai

C^2HMnO^4 + eau (40 parties)........	+ 2,6
$C^2HMnO^4,2HO$....................	− 1,4
$C^4H^4O^4,AzH^3$ pur..................	+ 0,25

L'acétate d'ammoniaque n'avait jamais été isolé jusqu'ici.

moine, etc.). Or, dans tous les cas où le calcul a été praticable, j'ai trouvé qu'il fait prévoir les mêmes transformations que pour l'état dissous.

$2C^4H^3ZnO^4 +$	$AzH^3, H^2S^2 = C^4H^4O^4, AzH^3 + C^4H^4O^4$ (solide)	$+ 2ZnS$	dégage...	$+17,9$
$2C^4H^3CuO^4 +$	»	$+ 2CuS$	» ...	$+25,9$
$2C^4H^3PbO^4 +$	»	$+ 2PbS$	» ...	$+19,2$

» L'action de l'eau et la décomposition partielle de l'acétate d'ammoniaque qu'elle détermine ne sauraient modifier ces prévisions, parce que l'acide acétique n'attaque pas les sulfures précédents.

» 4. *Action des acides sur les sulfures alcalins.* — Je distinguerai les acides forts et les acides faibles : soient d'abord les *acides forts*. La formation des *sulfures alcalins dissous*, depuis l'acide et la base, dégage beaucoup moins de chaleur, d'après les tableaux précédents, que celle des chlorures, sulfates, acétates, etc. Aussi les sulfures alcalins dissous sont-ils décomposés complétement, ou à peu près, par les acides chlorhydrique, sulfurique, acétique étendus; c'est ce que prouvent les mesures thermiques, d'après lesquelles la chaleur dégagée dans cette action est sensiblement égale à la différence des chaleurs de neutralisation des deux acides par la base alcaline.

» Pour préciser davantage ce qui se passe dans cette circonstance, je ferai observer que la solution d'un sulfure alcalin formé à équivalents égaux ne renferme pas, en réalité, l'acide et la base exactement combinés; mais la composition de la liqueur répond sensiblement à celle d'un sulfhydrate de sulfure, mêlé avec une proportion équivalente d'alcali libre (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 508) :

$$2NaS \text{ dissous} = NaHS^2 \text{ dissous} + NaHO^2 \text{ dissous},$$

comme le prouvent les mesures thermiques.

» En effet, on observe en réalité la chaleur dégagée dans la réaction

$$NaO \text{ dissous} + H^2S^2 \text{ dissous} = NaHS^2 \text{ dissous},$$

et elle ne varie pas par un excès de soude même considérable.

Le sulfhydrate de sulfure lui-même ne saurait être regardé comme un terme définitif d'équilibre; mais l'action de l'eau tend à le décomposer à son tour en alcali et acide libre, quoique la variation de la quantité combinée avec la proportion d'eau soit bien plus lente que pour le sulfure.

» Cela posé, un acide fort mis en présence d'un sulfure alcalin dissous s'unit d'abord à l'alcali libre, puis il décompose le sulfhydrate de sulfure. Je reviendrai sur ces deux termes successifs de la réaction, qui ne sont pas sans importance dans l'étude des sulfures métalliques.

» 5. *En l'absence de l'eau, la réaction des sulfures alcalins sur les acides*

forts, donne lieu à des phénomènes pareils et également prévus par la théorie. En effet le sulfhydrate, AzH^3, H^2S^2, est décomposé complétement par les acides chlorhydrique, acétique, formique gazeux. Or voici la chaleur dégagée dans la formation des sels solides correspondants, chacun depuis ses deux composants gazeux :

$AzH^3 + H^2S^2$	$= AzH^3, H^2S^2$	dégage......	$+23,0$
$AzH^3 + HCl$	$= AzH^3, HCl$	»	$+42,6$
$AzH^3 + C^2H^2O^4$	$= AzH^3, C^2H^2O^4$	»	$+29,3$
$AzH^3 + C^4H^4O^4$	$= AzH^3, C^4H^4O^4$	»	$+27,1$

La formation du premier sel répond donc à un dégagement de chaleur bien moindre que les autres.

» 6. *Acides faibles et sulfures alcalins.* — Les déductions que je viens de présenter ne sont rigoureusement vraies que pour les acides qui forment des sels stables, spécialement en présence de l'eau. S'agit-il, au contraire, d'acides faibles, comparables à l'acide sulfhydrique et formant de même des sels en partie décomposables par l'eau, tels que les acides carbonique, cyanhydrique (1), etc., il se produira dans les liqueurs un certain partage de la base entre l'acide sulfhydrique et l'acide antagoniste; attendu que la dissolution du sulfure alcalin doit être regardée en réalité comme renfermant à la fois un sulfhydrate réel, de l'acide sulfhydrique et de l'alcali libre : ce dernier sera pris par le nouvel acide, dans la proportion qui répond à la stabilité du sel correspondant; mais l'alcali libre ainsi éliminé se reproduira en partie par une décomposition consécutive du sulfhydrate alcalin, qui tend à reprendre son équilibre primitif en présence de l'eau : de là résultera une nouvelle proportion du second sel, et ces actions continueront jusqu'à ce qu'il se soit produit dans la liqueur un certain équilibre entre le sulfhydrate, le nouveau sel, d'une part, et d'autre part l'eau et les portions des deux acides et de la base demeurées libres. Le thermomètre traduit, en effet, ces partages prévus par la théorie. Mais si l'on élimine l'un des acides sous la forme gazeuse ou autrement, tandis que l'on fait réagir une proportion croissante de l'autre acide, la formation du sel de ce dernier acide deviendra de plus en plus dominante, et même à la fin il restera seul dans les liqueurs. Ces conclusions, déduites de la théorie des acides faibles, sont exactement conformes aux observations qui ont été faites sur les déplacements réciproques de l'hydrogène sulfuré par un excès d'acide carbonique dans les sulfures alcalins et de l'acide carbonique par un excès d'hydrogène sulfuré dans les carbonates alcalins. »

(1) L'acide acétique est à la limite, les acétates alcalins éprouvant de la part de l'eau une légère décomposition.

ALGÈBRE. — *Sur les faisceaux de formes quadratiques et bilinéaires;* Note de M. KRONECKER.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie mes Mémoires *sur les faisceaux de formes quadratiques et bilinéaires.* Il résulte des développements contenus dans ces Mémoires, à la fin desquels cette conclusion se trouve d'ailleurs indiquée, que dans le Mémoire de M. Jordan *sur les formes bilinéaires* (*Journal de M. Liouville*, 2e série, t. XIX, p. 35-54), la solution du premier problème n'est pas véritablement nouvelle; la solution du deuxième est manquée, et celle du troisième n'est pas suffisamment établie. Ajoutons qu'en réalité ce troisième problème embrasse les deux autres comme cas particuliers, et que sa solution complète résulte du travail de M. Weierstrass de 1868, et se déduit aussi de mes additions à ce travail. Il y a donc, si je ne me trompe, de sérieux motifs pour contester à M. Jordan l'invention première de ses résultats, en tant qu'ils sont corrects; mais ce n'est pas là l'intention qui m'a guidé dans l'examen auquel, dans le cours des miens, j'ai soumis les travaux analogues de M. Jordan. J'ai été entraîné dans cette voie par le désir de reconnaître la véritable portée des méthodes dont il s'est servi et des résultats auxquels il est parvenu, et d'en éclaircir les rapports avec les méthodes et les résultats antérieurs, et ce n'est pas une question de priorité, mais une question d'analyse, que je me suis proposé d'élucider par mes remarques. Croyant d'ailleurs qu'elles servent à me justifier, si dorénavant je me dispense de revenir sur les publications de M. Jordan relatives à ce sujet, je vais en peu de mots indiquer les principes à l'aide desquels j'ai traité la théorie des faisceaux de formes quadratiques et qui peuvent être appliqués directement à une question de transformation des formes bilinéaires, que j'ai déjà abordée en 1866. C'est par ces moyens, en effet, que j'ai trouvé qu'en opérant la même substitution linéaire sur les deux séries de variables, tout polynôme bilinéaire peut être transformé en une somme de fonctions de l'une des formes suivantes :

$$\text{I.}\quad (-1)^n \sum_h x_h y_{h+1} + \sum_h (-1)^h y_h x_{h+1} + x_n y_n \qquad (h = 0, 1, \ldots, n-1),$$

$$\text{II.}\quad \pm \sum_h x_h y_{h+1} + \sum_h (-1)^h y_h x_{h+1} \qquad (h = 0, 1, \ldots, 2m-2),$$

$$\text{III.}\quad a \sum_h x_h y_{h+1} + b \sum_h y_h x_{h+1} \qquad (a^2 \gtrless b^2),\ (h = 0, 1, \ldots, n-1).$$

Ces trois fonctions ne sont plus décomposables d'une manière analogue

et c'est pourquoi je les désigne comme *formes élémentaires*. L'un des deux coefficients a, b peut toujours être pris égal à l'unité; l'autre est alors différent de ± 1, et il peut être pris égal à zéro si n est un nombre pair.

» En appliquant les notions de l'Arithmétique à l'Algèbre, on peut appeler *équivalentes* deux formes bilinéaires, dont l'une peut être transformée en l'autre par une même substitution, opérée sur les deux systèmes de variables, et ensuite on peut réunir en une même *classe* toutes les formes équivalentes. Cela posé, on voit que toute forme bilinéaire est équivalente à une somme de formes élémentaires, et que par conséquent toute classe peut être décomposée, pour ainsi dire, en *classes élémentaires*.

» Pour que deux formes bilinéaires $\varphi(x, y)$ et $\psi(x, y)$ appartiennent à une même classe, il faut et il suffit que les deux faisceaux formés des deux paires de fonctions conjuguées

$$u\varphi(x, y) + v\varphi(y, x), \quad u\psi(x, y) + v\psi(y, x)$$

soient équivalents. C'est de cette manière qu'un certain faisceau de formes est lié avec chaque forme bilinéaire, et si l'on désigne par F_1, F_2, F_3 respectivement les faisceaux qui appartiennent aux formes élémentaires I, II, III et par D_1, D_2, D_3 leurs déterminants, on a

$$D_1 = [u + (-1)^n v]^{n+1},$$
$$D_2 = (u \pm v)^{2m},$$
$$D_3 = (au + bv)^m (av + bu)^m, \qquad n+1 \text{ étant égal à } 2m,$$
$$D_3 = 0, \qquad n+1 \text{ étant un nombre impair.}$$

Les faisceaux F_1 sont eux-mêmes élémentaires, mais chacun des faisceaux F_2 et F_3 est décomposable en deux faisceaux élémentaires du même nombre de variables. »

MÉCANIQUE. — *Note sur la décomposition du travail des forces;*
par M. A. Ledieu.

§ I. — Exposé du sujet.

« Nos recherches sur la Thermodynamique nous ayant conduit à prendre connaissance des Mémoires récemment publiés sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels, nous avons en particulier étudié une Communication de M. de Saint-Venant, insérée aux nos 23 et 24 du tome LXXV des *Comptes rendus*, et ayant trait à la démonstration de deux

théorèmes nouveaux établis par M. Lucas, pour le partage de la force vive et du travail dus aux petits mouvements composés vibratoires des points d'un système matériel, en les quantités de même espèce dues aux mouvements pendulaires rectilignes composants.

» Or la Note de l'éminent académicien renferme (p. 1427) le passage suivant :

« Quant au théorème de l'égalité du travail produit par un mouvement composé, à la somme des travaux dus aux mouvements composants, il était connu sans doute, et il est même évident lorsque les forces en jeu *restent constantes* de grandeur et de direction pendant qu'elles opèrent les travaux; car l'espace parcouru, regardé comme *résultant* de plusieurs autres, a pour projection, sur la direction de chaque force, la somme algébrique des projections de ceux-ci; mais il n'est ni évident, ni même vrai en général, quand les forces varient d'un instant à l'autre, comme font les forces intérieures en s'exerçant réciproquement entre les points d'un système vibrant. »

» Cette rédaction, lue attentivement, laisse du doute dans l'esprit sur la portée précise que l'auteur a voulu donner à sa pensée. Comme il s'agit ici d'une question importante de Dynamique, je crois utile de récapituler les principales propositions auxquelles donne lieu la décomposition du travail des forces, et qui ne se trouvent dans aucun ouvrage de Mécanique. Bien que plusieurs des développements qui vont suivre puissent paraître d'une simplicité oiseuse, je n'ai pas cru devoir les omettre; car *la position de la question* a besoin d'être nette et explicite.

» Le sujet comporte plusieurs cas distincts, savoir :

» 1° Comparaison du travail d'une *force quelconque* relatif au mouvement total d'un point matériel, avec la somme des travaux de cette *même force* relatifs respectivement aux mouvements partiels provenant d'une décomposition du mouvement total, la force quelconque pouvant d'ailleurs être considérée comme une des composantes *arbitraires* de la résultante de toutes les actions appliquées au point.

» 2° Comparaison du travail de la *force unique capable d'engendrer* le mouvement total d'un point matériel, avec la somme des travaux des *forces uniques* DISTINCTES *capables d'engendrer* respectivement les mouvements partiels provenant d'une décomposition du mouvement total.

» 3° Extension des deux comparaisons précédentes au cas où l'on considère l'ensemble des points d'un système matériel.

» 4° Comparaison du travail d'une force résultante relatif au mouvement d'un point matériel le long d'une trajectoire donnée, avec la somme des travaux des composantes.

» Ce dernier cas est le seul sur le compte duquel on trouve quelques indications dans les Traités de Mécanique. Nous ne nous en occuperons pas dans cette Note, attendu qu'il est beaucoup moins intéressant que les autres cas, et que d'ailleurs tout ce qui le concerne peut se ramener au premier. Il suffit, à cet effet, de regarder, dans le premier cas, les différentielles successives du mouvement composé du point comme une certaine fraction infinitésimale d'une force résultante, et les différentielles des mouvements composants comme la même fraction infinitésimale de forces composantes. En même temps, on regarde les directions successives de la force unique considérée dans ce même premier cas comme représentant les directions des éléments de la trajectoire unique du point matériel dans le quatrième cas, et ces éléments eux-mêmes comme proportionnels aux intensités successives de ladite force unique multipliées par les valeurs correspondantes de la fraction infinitésimale sus-mentionnée.

» Cela dit, nous nous proposons d'examiner quelles sont les conditions pour qu'il y ait égalité, dans les cas 1°, 2° et 3°, entre le travail relatif au mouvement composé et la somme des travaux relatifs aux mouvements composants. Il importe, au préalable, de bien spécifier la décomposition du mouvement total d'un point.

§ II. — De la décomposition du mouvement total d'un point.

» Soient :

S l'expression générale de l'arc de la trajectoire relative au mouvement total du point ;

$s, s', s'', \ldots$ les expressions générales des arcs des trajectoires relatives aux N mouvements composants dans lesquels on se propose de décomposer le mouvement total.

» Il y a, pour toute trajectoire composante à considérer les trois éléments suivants : la nature de la courbe, la position par rapport à S et le mode de parcours.

» La position de chaque trajectoire composante par rapport à S dépend d'abord du point de la trajectoire qui doit correspondre à un point déterminé de l'arc S, puis de l'angle considéré en grandeur et en orientation, que font les tangentes aux deux courbes menées par les points en question.

» De son côté, le mode de parcours s'entend de la relation qui existe entre les longueurs des arcs différentiels successifs décrits simultanément sur toutes les trajectoires, étant d'ailleurs donnés les points de ces lignes

correspondant respectivement au commencement des arcs différentiels d'une même série.

» En général, on peut choisir arbitrairement les trois éléments de $(N-1)$ des trajectoires composantes; et alors la $N^{ième}$ trajectoire aura les trois siens déterminés.

» En effet, on est d'abord libre de supposer que l'arc S du mouvement total, ainsi que les $(N-1)$ arcs composants, s, s', s'',..., choisis arbitrairement, passent par le centre des coordonnées, de façon, d'ailleurs, que les points arbitraires respectifs d'une même série qui doivent se correspondre à un moment donné sur tous les arcs se confondent avec ce centre.

» Divisons, à partir de l'origine des coordonnées, l'arc S ainsi que les $(N-1)$ arcs composants dont il s'agit en une suite d'arcs différentiels arbitraires dS_1, dS_2, dS_3,...; ds_1, ds_2, ds_3,...; ds'_1, ds'_2, ds'_3,...; ds''_1, ds''_2, ds''_3,.... Les premiers arcs différentiels dS_1, ds_1, ds'_1, ds''_1,..., combinés ensemble, suivant la règle de la composition des vitesses, donneront un polygone non fermé, et en général gauche. Le côté, déterminé de grandeur et de direction, qu'on mènera pour fermer ce polygone, représentera évidemment le premier arc différentiel de la $N^{ième}$ trajectoire composante. En combinant, suivant la même règle, à partir de l'extrémité de dS_1 et avec le second élément dS_2 de l'arc de la trajectoire totale S, les seconds arcs différentiels ds_2, ds'_2, ds''_2,..., transportés parallèlement à eux-mêmes, nous obtiendrons un second arc différentiel de la $N^{ième}$ trajectoire résultante, qu'il faudra ramener parallèlement à lui-même au bout du premier arc différentiel de cette trajectoire, et ainsi de suite.

» La décomposition d'un mouvement total offre quelques cas importants; nous nous bornerons à citer le suivant :

» Il arrive souvent, en Physique mathématique, qu'un très-petit mouvement vibratoire compliqué peut être décomposé en N mouvements rectilignes pendulaires, ayant chacun un mode de parcours déterminé, lequel caractérise dès lors l'amplitude, la durée et la loi de la période vibratoire propres à chaque mouvement, et enfin la corrélation entre les phases identiques des diverses périodes. La petitesse d'étendue des mouvements ne préjuge rien, du reste, sur la grandeur des vitesses qui peuvent, en principe, prendre des valeurs quelconques.

» Ce cas, comparé au cas général, peut se formuler ainsi :

» Si le mouvement total d'un point consiste en une très-petite vibration, et que les $(N-1)$ trajectoires composantes arbitraires soient des droites, il est des circonstances où l'on peut se donner le mode de parcours de ces

lignes, de telle façon que la $N^{ième}$ trajectoire soit pareillement une ligne droite.

» La décomposition dont il s'agit résulte d'une série d'équations liées intimement au régime mécanique du système matériel dont fait partie le point considéré.

» Aussi plusieurs géomètres sont-ils portés à considérer les mouvements composants de cette espèce comme des mouvements qui, s'imposant en quelque sorte, sont d'une nature différente des mouvements composants de notre cas général. Ils proposeraient dès lors de donner à ces derniers le nom de *mouvements projetés*, pour les distinguer de ceux dont il s'agit, et pour lesquels ils réserveraient l'appellation de *mouvements composants proprement dits*.

» Cette manière de voir ne nous semble pas plausible; le mouvement définitif d'un point se réduit toujours à une *trajectoire unique*, et toute décomposition de cette ligne, qu'elle soit entièrement arbitraire, ou qu'elle résulte d'une série d'équations qui se présentent naturellement, ne saurait jamais donner lieu qu'à des trajectoires *fictives*, entre lesquelles il n'y a au fond aucune distinction à établir.

» Toutefois, il y a en faveur de l'opinion que nous combattons cette circonstance, qu'en musique l'oreille perçoit un plus ou moins grand nombre des sons simples qui accompagnent le mouvement vibratoire général d'un ou plusieurs instruments. Or, au premier abord, cela semblerait indiquer que les mouvements simples correspondant auxdits sons ont une existence réelle et propre. Mais, comme l'a fait observer avec raison M. Bourget dans ses importantes recherches sur le mouvement vibratoire des membranes, l'effet dont il s'agit provient d'une sorte de parallélisme organique.

» Quand une membrane vibre, elle rend toujours une infinité de sons. Si le son fondamental est *bas*, les sons simultanés qu'elle fait entendre forment une série discontinue; mais, *à partir de l'octave du son fondamental*, ils sont très-rapprochés, et deviennent bientôt si voisins, que tout son émis se trouve sensiblement à l'unisson de l'un de ceux de la membrane. La membrane du tympan, toujours humide, doit avoir un son fondamental *très-bas*, et par suite vibrer à l'unisson d'un son quelconque extérieur, *quand il n'est pas trop bas*. Les sons musicaux satisfont à cette condition, et se trouvent dans la région où les harmoniques de la membrane du tympan sont très-rapprochés. Donc cette membrane doit rendre tous les sons musicaux qui lui arrivent simultanément; ces sons se trouvent ainsi

transmis à l'air de l'oreille moyenne, et viennent impressionner le nerf auditif dans l'oreille interne. Mais ce nerf présente comme une *harpe* de filaments nombreux et juxtaposés. N'y a-t-il pas lieu d'admettre que les fonctions de ces filaments sont distinctes, et que chacun d'eux est comme un *résonnateur* ne pouvant être impressionné que par un mouvement vibratoire d'un nombre déterminé de vibrations, et par suite ne pouvant rendre qu'un son? Cela expliquerait pourquoi l'oreille éprouve la sensation à la fois *simultanée* et *isolée* des divers sons composants de toute onde sonore totale venant l'actionner, ou du moins de ceux de ces sons qui ne se trouvent pas masqués par le son *le plus intense* perçu.

» De cette discussion, à laquelle du reste nous n'attachons qu'une importance secondaire, et de la remarque que la question des sensations est encore si obscure qu'on ne saurait légitimement l'invoquer pour apprécier des circonstances purement mathématiques, nous conclurons que les phénomènes de l'espèce de ceux que nous venons d'examiner ne sauraient fournir aucune preuve en faveur de la *pseudo-réalité* des mouvements composants de l'espèce sus-mentionnée.

§ III. — Égalité entre le travail d'une force déterminée relatif au mouvement total d'un point et la somme des travaux de cette même force relatifs aux mouvements composants.

» Examinons actuellement le premier des cas mentionnés au § I, de la décomposition du travail des forces :

» Soit P une force quelconque ayant une intensité et une direction variables suivant une loi arbitraire, cette intensité et cette direction ayant d'ailleurs la même valeur pour les arcs différentiels d'une même série se correspondant sur la trajectoire totale et sur les trajectoires composantes.

» Pour une quelconque de ces séries d'arcs, il viendra évidemment

$$\begin{aligned} & P_1\, dS_1 \cos(S_1, P_1) \\ & \quad = P_1\, ds_1 \cos(s_1, P_1) + P_1\, ds'_1 \cos(s'_1, P_1) + P_1\, ds''_1 \cos(s''_1, P_1) + \ldots, \end{aligned}$$

d'où l'on tire manifestement la relation générale suivante :

$$\begin{aligned} & \int P dS \cos(S, P) \\ & \quad = \int P ds \cos(s, P) + \int P ds' \cos(s', P) + \int ds'' \cos(s'', P) + \ldots, \end{aligned}$$

chaque intégrale correspondant à toute l'étendue considérée de l'arc auquel elle se rapporte.

» Quand la force est *constante d'intensité et de direction*, l'équation précédente est évidemment applicable. En d'autres termes, la double constance dont il s'agit est une condition *suffisante* pour la vérité de cette équation, mais non une condition *nécessaire*. Seulement, il est intéressant de remarquer que, dans cette hypothèse particulière, la somme des travaux élémentaires relatifs à une quelconque des trajectoires, aussi bien à l'une des composantes qu'à la résultante, est visiblement égale au travail relatif à la corde de l'arc de trajectoire décrit.

§ IV. — COMPARAISON ENTRE LE TRAVAIL RELATIF AU MOUVEMENT TOTAL D'UN POINT, OPÉRÉ PAR LA FORCE GÉNÉRATRICE DE CE MOUVEMENT, ET LA SOMME DES TRAVAUX RELATIFS AUX MOUVEMENTS COMPOSANTS, OPÉRÉS PAR LES FORCES GÉNÉRATRICES DE CES DERNIERS MOUVEMENTS.

» Considérons maintenant le cas où il s'agit de comparer, dans un mouvement composé et dans des mouvements composants, les travaux dus aux forces respectivement capables d'engendrer ces mouvements.

» On a un exemple très-simple de ce cas dans la décomposition du mouvement quelconque d'un point matériel en trois autres rectilignes et de plus *rectangulaires* entre eux, et qu'on peut supposer confondus avec les trois axes des x, des y et des z. En pareille hypothèse, on a, à chaque instant, d'après une proposition élémentaire de Dynamique,

$$\mathrm{P}\cos(x,\mathrm{P}) = \frac{m\,d^2x}{dt^2},\quad \mathrm{P}\cos(y,\mathrm{P}) = \frac{m\,d^2y}{dt^2},\quad \mathrm{P}\cos(z,\mathrm{P}) = \frac{m\,d^2z}{dt^2},$$

en désignant par P la force génératrice du mouvement total, et par m la masse du point matériel.

» Or les quantités $m\frac{d^2x}{dt^2}$, $m\frac{d^2y}{dt^2}$, $m\frac{d^2z}{dt^2}$ ne sont autres que les forces capables de donner au point matériel les mouvements composants voulus le long de l'axe des x, des y, des z.

» Mais il vient, d'après le § III,

$$\int \mathrm{P}\,d\mathrm{S}\cos(\mathrm{S},\mathrm{P}) \\ = \int \mathrm{P}\,dx\cos(x,\mathrm{P}) + \int \mathrm{P}\,dy\cos(y,\mathrm{P}) + \int \mathrm{P}\,dz\cos(z,\mathrm{P}).$$

Puis, en vertu des égalités ci-dessus, on a

$$\int \mathrm{P}\,d\mathrm{S}\cos(\mathrm{S},\mathrm{P}) = \int m\frac{d^2x}{dt^2}dx + \int m\frac{d^2y}{dt^2}dy + \int m\frac{d^2z}{dt}dz.$$

» Donc ici *le travail relatif au mouvement total, opéré par la force capable d'engendrer ce mouvement, est égal à la somme des travaux relatifs aux mou-*

vements composants, opérés par les forces génératrices respectives de ces derniers mouvements.

» Lorsque les mouvements rectilignes composants ne sont plus rectangulaires entre eux, ce théorème n'est évidemment plus vrai.

» Le cas que nous venons de traiter rentre dans un cas beaucoup plus général, que le défaut d'espace nous empêche de donner. Mais, en principe, on voit aisément que la *constance* de l'intensité et de la direction des forces n'est pas appelée à jouer un rôle particulier dans les questions de l'espèce dont il s'agit.

» L'égalité entre le travail de la force génératrice du mouvement résultant et la somme des travaux des forces génératrices des mouvements composants, dans les cas que nous venons de mentionner, correspond à l'hypothèse de conditions *suffisantes*, mais non *nécessaires*. Aussi peut-on rencontrer beaucoup d'autres cas où cette égalité se trouve réalisée.

» En tout état de cause, quand elle a lieu pour une série de points matériels pris isolément, elle subsiste *à fortiori* pour l'ensemble de ces points.

» Toutefois, c'est encore là une condition *suffisante*, mais *non nécessaire*. Aussi peut-il arriver que l'égalité en question ne se présente que pour l'ensemble des points d'un système, et cesse d'exister pour chacun d'eux en particulier. Nous trouvons précisément cette combinaison dans le théorème de M. Lucas, relatif au travail des forces dans un système matériel satisfaisant à de certaines conditions.

§ V. — Énoncé rigoureux du théorème de M. Lucas, relatif au partage du travail des forces dans un système matériel vibrant.

» A notre sens, ce théorème n'est pas assez explicitement énoncé dans la Communication sus-mentionnée de M. de Saint-Venant. Les termes de « *travail dû à un mouvement composé et à des travaux dus aux mouvements composants* prêtent certainement à diverses interprétations. De son côté, M. Lucas a employé, dans son Mémoire, pour énoncer son théorème, les expressions, qui lui sont propres, « *de travail morphique relatif au mouvement total, et de travaux morphiques relatifs aux mouvements composants.* » Mais ces néologismes ont besoin d'une définition un peu développée pour être bien compris. Dès lors, pour s'en tenir au langage usuel, et ne laisser aucune ambiguïté dans l'esprit, il nous semble que le théorème en question doit être exprimé ainsi :

» *Soit un système de* N *points matériels libres exclusivement soumis à des*

actions tant extérieures qu'intérieures ayant un potentiel, et pour lequel d'ailleurs les combinaisons de masses et de forces assurent la stabilité de l'équilibre du système. Admettons qu'on vienne à donner un déplacement très-petit à chacun des N *points du système, en les abandonnant ensuite à eux-mêmes avec une vitesse déterminée quelconque:*

» 1° *Le mouvement total de chaque point sera décomposable en* 3 N *mouvements rectilignes pendulaires, ayant lieu suivant autant d'axes distincts, avec des amplitudes et des périodes respectives déterminées et différentes; les* 3 N *périodes différentes dont il s'agit étant du reste égales chacune à chacune pour tous les points du système.*

2° *Pour un laps de temps quelconque, la somme des travaux relatifs aux* N *mouvements totaux de tous les points, opérés respectivement par les forces* génératrices *de ces mouvements, sera égale à la somme des travaux relatifs aux* $3\,N^2$ *mouvements composants, opérés respectivement par les* forces génératrices *de ces derniers mouvements.*

» 3° *Dans le cas où les forces extérieures sollicitant les points du système auraient leurs sommes de composantes, pour tout le système, constamment nulles dans les directions des trois axes coordonnés, ce qui précède serait encore applicable, sous la réserve qu'au lieu de* 3 N *mouvements rectilignes composants pour chaque point, il n'y en aurait plus que* 3 (N − 1). »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *La production de la gomme dans les arbres fruitiers considérée comme phénomène pathologique;* par M. **Ed. Prillieux.**

(Renvoi à la section de Botanique.)

« La production de la gomme par les arbres fruitiers dépérissants est un phénomène trop répandu, et qui paraît exercer sur la vie des arbres une trop funeste influence, pour n'avoir pas attiré depuis longtemps l'attention des horticulteurs et des naturalistes; mais il a été apprécié de façons fort différentes.

» Du Hamel du Monceau admettait que la gomme cause, en s'introduisant dans les vaisseaux, des obstructions dangereuses pour la vie des arbres. Meyen soutint, au contraire, que l'écoulement de la gomme n'est pas une maladie, qu'il n'est qu'un symptôme de maladie, qui indique seulement un arrêt dans le cours et l'emploi du suc nutritif.

» Plusieurs savants éminents ont émis depuis des opinions analogues. La croyance à l'innocuité de l'écoulement de la gomme a été admise par des observateurs qui ont, du reste, professé des vues différentes touchant le mode de production de cette matière, et inversement, d'autres auteurs, tels que MM. Wigand et Frank, par exemple, qui sont presque entièrement d'accord en ce qui touche la formation de la gomme, se sont séparés l'un de l'autre, en ce que le premier regarde la production de cette substance comme ne pouvant guère exercer d'action nuisible sur la vie de l'arbre, tandis que le second pense qu'elle lui cause un tort véritable.

» L'étude que j'ai faite, dans un précédent Mémoire, des phénomènes qui accompagnent la formation de la gomme dans les tissus, me permettra de décider aujourd'hui entre ces diverses opinions, et d'établir que l'écoulement de la gomme constitue une véritable maladie que je désignerai ici sous le nom de *gommose*.

» Quand la gommose se déclare, la gomme apparaît dans des lacunes qui se creusent dans la zone cambiale, au milieu des jeunes tissus; cette apparition de la gomme est accompagnée de la formation de cellules particulières, qui remplacent les fibres ligneuses au voisinage des points où se montrent les lacunes à gomme. Ces cellules, qui ont une structure analogue à celle des cellules des rayons médullaires, se remplissent comme elles de fécule. Elles entourent les lacunes par tous les côtés où celles-ci ne touchent pas aux rayons médullaires.

» Cette production toute spéciale d'un parenchyme féculent, qui manque absolument dans la plante saine, peut être considérée comme constituant une première phase éminemment active de la maladie. Il y a là une véritable néoplasie pathologique : un tissu morbide nouveau est produit par une transformation spéciale des éléments constitutifs du tissu normal.

» Que se passe-t-il ensuite? D'une part, une exsudation de gomme à l'intérieur des vaisseaux, et parfois des fibres; d'autre part, apparition de la gomme, d'abord entre les cellules par suite probablement d'une dégénérescence gommeuse de la matière intercellulaire, puis dans l'intérieur même de la paroi cellulaire dont les couches se séparent en feuillets distendus par la gomme. Dans ce cas encore, il est possible que la paroi cellulaire subisse une dégénérescence gommeuse partielle.

» Quoi qu'il en soit, le contact de la gomme ainsi produite exerce sur les tissus voisins une influence notable. Bien que subissant déjà la dégénérescence gommeuse, ils manifestent cependant encore une grande activité formatrice; les cellules grandissent et se multiplient d'une façon extraordi-

naire sur le bord de la lacune. Il s'y fait un travail organique tout à fait analogue à celui qu'a si bien décrit M. Trécul dans la formation des bourrelets au bord des plaies tenues à l'abri du desséchement. La vitalité des cellules existe donc encore là à un très-haut degré.

» Si ensuite les cellules voisines du foyer de production de gomme abandonnent la fécule qu'elles contenaient, si elles-mêmes se désorganisent, s'exfolient et se transforment aussi en partie en gomme, on n'en doit pas moins reconnaître, dans la production de la gomme, tout autre chose qu'un phénomène purement passif et indifférent comme un mode particulier de désorganisation d'un tissu mort. C'est une véritable maladie qui présente des caractères particuliers et dans laquelle nous voyons l'activité vitale, détournée de sa direction régulière, se manifester encore énergiquement avant de s'épuiser.

» L'étude des modifications qui se produisent dans les tissus où apparaît la gomme permet même de distinguer le caractère dominant de la maladie et de voir comment, sous son influence, les fonctions normales sont détournées de leur destination ordinaire. Les substances alimentaires, mises en réserve dans les profondeurs des tissus, au lieu de servir à la croissance de la plante, sont employées pour la production de la gomme, et une partie va s'amasser, en attendant l'instant de sa transformation, autour des foyers gommeux qui paraissent agir sur l'organisme comme des centres d'irritation.

» On pourrait comparer assez exactement, ce me semble, ce qui se passe dans la formation des foyers de production de gomme aux effets que produit la piqûre d'un insecte et le dépôt d'un de ses œufs au milieu des tissus d'une plante. Là où, sous l'influence de cette irritation spéciale, une galle se forme, les tissus se modifient dans leur organisation, revêtent un aspect tout particulier, et les cellules nouvelles qui se produisent emmagasinent dans leur intérieur des amas de substances alimentaires et, en particulier, de fécule. Ces dépôts de matière nutritive sont destinés, non plus aux besoins de la plante elle-même, mais au développement du petit être parasite qui va naître aux dépens des matériaux que les fonctions vitales, profondément perverties par cette singulière maladie, ont obligés à affluer et à s'emmagasiner à sa portée. Il n'en est guère autrement pour la formation du parenchyme ligneux dans les points où vont naître les lacunes et la mise en réserve, dans son intérieur, des éléments destinés à être employés pour la production de la gomme. Ces phénomènes paraissent dépendre de l'activité maladive des foyers gommeux, comme le développement de la galle

dépend du dépôt de l'œuf du parasite. Seulement la cause de l'irritation maladive de certains points destinés à devenir des foyers actifs de production de gomme n'est pas saisissable comme la blessure empoisonnée et le dépôt de l'œuf, qui déterminent la production de la galle.

» Si la cause de la gommose demeure encore fort obscure, les effets en sont maintenant bien connus, et quand on voit le parenchyme ligneux communiquer avec les rayons médullaires, qui sont répandus dans toute l'étendue du végétal et constituent le magasin général où sont mises en réserve les matières destinées à servir à l'accroissement de l'arbre et à toutes les formations nouvelles, on comprend comment la production de la gomme, qui se fait aux dépens de ces réserves, n'a d'autre limite que l'entier épuisement du végétal.

» Parmi les moyens curatifs proposés pour la guérison de la gommose, il en est un qui a produit à ma connaissance de très-bons résultats : c'est la scarification de l'écorce. J'ai vu des arbres fortement atteints par la maladie, et ne poussant plus que de petits rameaux faibles et chétifs, se rétablir à la suite d'incisions longitudinales faites sur les branches, et produire de nouveau des pousses vigoureuses.

» Les heureux résultats obtenus de cette pratique peuvent s'expliquer aisément. La gommose consiste en une transformation en gomme, substance inutile à l'économie, des éléments nécessaires à la formation de nouveaux tissus : guérir cette maladie, c'est faire en sorte que ces matériaux soient rendus à leur destination primitive et normale. Pour y parvenir il faut obtenir un appel plus puissant que celui qu'exercent les foyers gommeux sur les matériaux de l'organisme : c'est ce que fait énergiquement et utilement la scarification. Les plaies vives nécessitent la production de tissus nouveaux. Sous cette excitation qui est très-active, les matières en réserve sont employées à la formation de cellules nouvelles ; elles cessent d'être entraînées vers les foyers gommeux et l'activité vitale tend à reprendre son cours régulier.

» La scarification agit, en somme, comme puissant dérivatif. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes unicursales.* Mémoire de M. PAINVIN, présenté par M. Hermite.

(Commissaires : MM. Chasles, Hermite.)

« 1. Lorsque les coordonnées des points d'une courbe sont connues en fonction d'un paramètre arbitraire, on peut obtenir la forme de la courbe, les points d'inflexion, le cercle osculateur, etc., et, dans un grand nombre de cas, c'est là un des moyens les plus commodes pour étudier les propriétés et les particularités de la courbe elle-même. Mais ce mode de représentation n'offre plus d'avantages lorsqu'il s'agit d'étudier les rapports avec la courbe des systèmes qui lui sont extérieurs, par exemple les propriétés des polaires, de la courbe hessienne, etc. Il y a donc nécessité, dans ces circonstances, de chercher les équations de la courbe et des polaires de divers ordres.

» Or il est facile, dans le cas des courbes unicursales, d'établir une formule qui donne les équations des polaires de manière qu'on n'ait plus à se préoccuper d'élimination.

» 2. Supposons les coordonnées x, y, z d'un point quelconque d'une courbe unicursale définies par les égalités

$$\frac{x}{f_1(t)} = \frac{y}{f_2(t)} = \frac{z}{f_3(t)}, \tag{1}$$

où

$$\left\{\begin{aligned} f_1(t) &= a_0 t^m + a_1 t^{m-1} + \ldots + a_m,\\ f_2(t) &= b_0 t^m + b_1 t^{m-1} + \ldots + b_m,\\ f_3(t) &= c_0 t^m + c_1 t^{m-1} + \ldots + c_m. \end{aligned}\right. \tag{2}$$

» Posons d'abord

$$\Delta_{ij} = \begin{vmatrix} x & y & z \\ a_i & b_i & c_i \\ a_j & b_j & c_j \end{vmatrix}, \qquad \Delta_{ij}^0 = \begin{vmatrix} x_0 & y_0 & z_0 \\ a_i & b_i & c_i \\ a_j & b_j & c_j \end{vmatrix}, \tag{3}$$

puis

$$\left\{\begin{aligned} \alpha_{pq} &= \Delta_{p+q-1,0} + \Delta_{p+q-2,1} + \Delta_{p+q-3,2} + \ldots + \Delta_{q,p-1},\\ \alpha_{pq}^0 &= \Delta_{p+q-1,0}^0 + \Delta_{p+q-2,1}^0 + \Delta_{p+q-3,2}^0 + \ldots + \Delta_{q,p-1}^0; \end{aligned}\right. \tag{4}$$

le premier indice, dans les Δ, ne doit jamais être supérieur à m; il faudra

donc omettre les termes où le premier indice est plus grand que m; le second indice ne doit jamais surpasser $(p-1)$.

» Considérons maintenant l'équation

$$(5)\qquad \begin{vmatrix} \lambda\alpha^0_{11}+\alpha_{11} & \lambda\alpha^0_{21}+\alpha_{21} & \ldots & \lambda\alpha^0_{m1}+\alpha_{m1} \\ \lambda\alpha^0_{12}+\alpha_{12} & \lambda\alpha^0_{22}+\alpha_{22} & \ldots & \lambda\alpha^0_{m2}+\alpha_{m2} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \lambda\alpha^0_{1m}+\alpha_{1m} & \lambda\alpha^0_{2m}+\alpha_{2m} & \ldots & \lambda\alpha^0_{mm}+\alpha_{mm} \end{vmatrix} = 0,$$

on a toujours

$$\alpha_{pq}=\alpha_{qp},\quad \alpha^0_{pq}=\alpha^0_{pq}.$$

» *La polaire d'ordre i du point (x_0, y_0, z_0) par rapport à la courbe unicursale (1) s'obtiendra en égalant à zéro le coefficient de λ^{m-i} dans l'équation (5). En particulier, l'équation de la courbe s'obtiendra en égalant à zéro le terme indépendant de λ.*

» 3. Si l'on remplace t par $\frac{t}{s}$ dans les équations (2) et qu'on chasse le dénominateur, les coordonnées u, v, w d'une tangente quelconque à la courbe (1) seront données par les équations

$$\frac{u}{\frac{dy}{dt}\frac{dz}{ds}-\frac{dy}{ds}\frac{dz}{dt}}=\frac{v}{\frac{dz}{dt}\frac{dx}{ds}-\frac{dz}{ds}\frac{dx}{dt}}=\frac{w}{\frac{dx}{dt}\frac{dy}{ds}-\frac{dx}{ds}\frac{dy}{dt}},$$

ou

$$(6)\qquad \frac{u}{\varphi_1(t)}=\frac{v}{\varphi_2(t)}=\frac{w}{\varphi_3(t)};$$

c'est-à-dire que u, v, w seront des fonctions entières du paramètre t; nous supposerons que n est le degré de ces fonctions.

» Les formules précédentes seront applicables de la même manière au cas actuel. D'après cela :

» *La courbe polaire de classe i de la droite (u_0, v_0, w_0) s'obtiendra en égalant à zéro le coefficient de λ^{n-i}. En particulier, on aura l'équation tangentielle de la courbe en égalant à zéro le terme indépendant de λ.*

» 4. La démonstration de la règle que je viens d'énoncer est très-facile.

» Soient x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point fixe P; x, y, z celles d'un point M d'une sécante quelconque passant par le point P; x', y', z' les coordonnées d'un des points I où cette sécante rencontre la courbe.

» Après avoir posé $\lambda=\frac{\mathrm{MI}}{\mathrm{IP}}$, on aura

$$\frac{x'}{\lambda x_0+x}=\frac{y'}{\lambda y_0+y}=\frac{z'}{\lambda z_0+z}.$$

» Si l'on écrit que le point (x', y', z') est sur la courbe (1), il vient

$$(7) \qquad \frac{\lambda x_0 + x}{f_1(t)} = \frac{\lambda y_0 + y}{f_2(t)} = \frac{\lambda z_0 + z}{f_3(t)};$$

il reste à éliminer t entre deux des équations (7).

» Si l'on considère, par exemple, les deux équations

$$(\lambda y_0 + y) f_3(t) - (\lambda z_0 + z) f_2(t) = 0,$$
$$(\lambda z_0 + z) f_1(t) - (\lambda x_0 + x) f_3(t) = 0,$$

on obtiendra très-aisément l'équation (5) en appliquant la méthode d'élimination de Bezout et en supprimant le facteur étranger $(\lambda z_0 + z)^m$. »

ASTRONOMIE. — *Orbite de l'étoile double γ de la Vierge;* par M. C. FLAMMARION.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

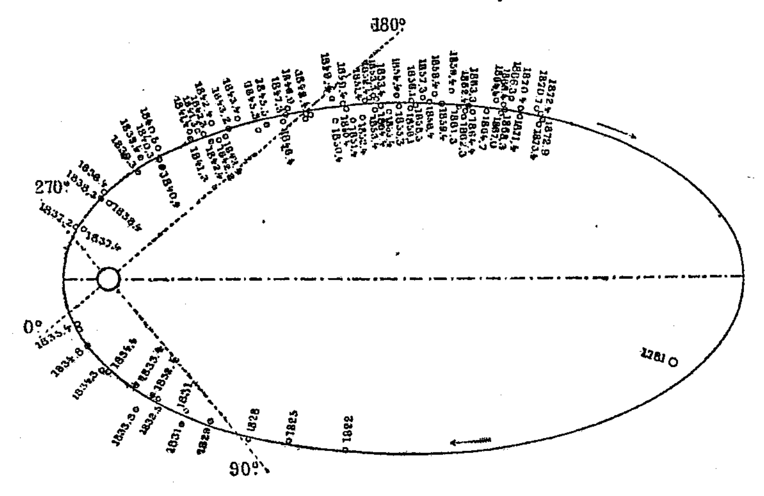
« Le système stellaire de γ de la Vierge se compose de deux étoiles de 3e grandeur, de même éclat et de même couleur (jaune d'or très-clair), et qui se ressemblent à un tel point qu'on les prend sans cesse l'une pour l'autre, de sorte que la moitié des angles de position observés sont renversés de 180 degrés. Il y a une légère oscillation d'éclat dans l'une et l'autre des deux composantes; car parfois on remarque entre elles une différence très-sensible, mais cette différence même change de sens. Leur distance moyenne est de 3″,385 et varie du périhélie à l'aphélie, de 0″,46 à 6″,31. La position actuelle de ce groupe est

$$Æ = 12^h 35^m,1; \quad Ⓓ = -0°44'.$$

» Il est animé d'un mouvement propre, que la meilleure évaluation porte à $-0''55$ en ascension droite et à $-0''05$ en déclinaison.

» Il y a peu d'étoiles doubles dont les éléments calculés aient offert autant de divergences que ceux de ce singulier système. Sir John Herschel s'était d'abord arrêté à une orbite dans laquelle la période de révolution s'élevait à 513 ans; puis il en donna une seconde qui portait cette même période à 629 ans : c'est celle qui est encore inscrite aujourd'hui dans l'*Astronomie populaire* d'Arago. Mais le passage au périhélie de 1836 devait modifier ces premiers éléments, car les deux étoiles s'approchèrent à un tel point qu'elles semblèrent se réunir en une seule, et sir John Herschel détermina lui-même une troisième ellipse, dans laquelle le demi-grand axe était réduit de 12 à 3 secondes et la période abaissée à 182 ans. Vinrent

ensuite les orbites de Mädler (145 ans), de Villarceau (154 ans), de l'amiral Smyth (148 ans). Celui-ci même, auquel on doit la discussion si élaborée et si judicieuse des éléments de ce système, et l'observation attentive du passage au périhélie, arriva à une période réduite jusqu'à 135 ans. Toutefois il adopta à la fin une période de 171 ans, et son fils le capitaine Henry A. Smyth, reprenant la discussion des observations jusqu'en 1860, conclut à une période de 178 ans. L'étude que je viens de faire de ce couple conduit pour ce même élément à un chiffre de 175 ans.



Orbite de l'étoile double γ de la Vierge.

» Après avoir rassemblé toutes les observations de cette étoile (et leur nombre ne s'élève pas à moins de 140), j'ai appliqué la méthode graphique à la construction de l'orbite apparente, comme je l'ai fait pour les étoiles ξ de la Grande Ourse, ζ d'Hercule et η de la Couronne, et j'ai pu arriver à un résultat qui met clairement en évidence la nature de cette orbite ainsi que celle de l'orbite absolue.

» Par une circonstance peut-être unique dans le ciel entier, ce système se présente à nous de face, sans inclinaison sur la sphère céleste, gravitant dans un plan précisément perpendiculaire à notre rayon visuel, de telle sorte qu'il n'y a aucune déformation de l'ellipse causée par la perspective provenant de notre situation arbitraire dans l'espace.

» C'est là, sans contredit, un cas extrêmement rare. Une circonstance non moins surprenante, c'est que l'excentricité de cette double ellipse, tant apparente que réelle, est une des plus fortes que nous connaissions. Elle est égale à 0,8715.

» Quoique l'identité de l'orbite apparente avec l'orbite absolue n'ait été soupçonnée par aucun des astronomes qui se sont occupés de cette étoile

double, je trouve cependant qu'elle ressort avec évidence de la construction graphique faite sur les observations continuées jusqu'à ce jour : l'un des foyers vient forcément se placer sur l'étoile à laquelle le mouvement est rapporté. Les inclinaisons calculées variaient jusqu'ici de 23 à 37 degrés, et même la dernière, qui est la plus forte, est celle de la dernière orbite calculée (H.-A. Smyth); mais les dernières positions observées relèvent la courbe et rapprochent le foyer de cette orbite vers l'étoile principale. Sans doute une inclinaison de quelques degrés pourrait subsister encore, sans qu'il soit possible de la constater, car, pour une faible valeur de γ, les éléments tels que ☊ et λ restent indéterminés. En fait, dans mon orbite, $\pi = 320°$, et il est inévitable qu'avec une faible inclinaison on ait dans toute orbite absolue de cette étoile : ☊ $+ \lambda = 320°$. On sait du reste que $\tang(\pi -$ ☊ $) = \cos\gamma \tang\lambda$.

» La plus ancienne observation de cette étoile double date de 1718. L'angle de position observé par Bradley à cette date était de 160° 52'. Comme l'étoile vient précisément de passer par cette position, le chiffre de Bradley conduirait à une période de 155 ans. Dans ce cas l'aphélie (situé par 140 degrés) aurait eu lieu en 1759, et une position observée par Tobie Mayer, en 1756, à 144 degrés pourrait être conservée.

» Mais la comparaison des cartes et les corrections dues à la précession et à l'équation personnelle montrent que cet angle doit être corrigé et réduit à 150° 52'. D'après la position actuelle de l'étoile, elle ne repassera par cet angle qu'en l'année 1894; ce qui porterait la période à 177 ans. D'autre part, en soumettant la question aux circonstances du mouvement elliptique et en partageant l'ellipse en secteurs parcourus en temps égaux, on trouve pour la moyenne des secteurs une période de 174 ans. Maintenant, si l'on tient compte d'une observation faite par W. Herschel en 1781 (à 130°), on voit l'aphélie se placer en 1750. Enfin, si l'on ajoute à ces circonstances l'examen de la marche angulaire pendant toute la série des observations, on est conduit à fixer la durée de la révolution de cette étoile double au chiffre de 175 ans. Tel est le chiffre auquel je me suis arrêté, en rejetant avec regret l'observation de Tobie Mayer.

» Voici les éléments de cette orbite, tant apparente que réelle.

Demi-grand axe.......	3",385	Distance du périhélie......	0",46
Excentricité............	0,8715	Distance aphélie...........	6",31
Passage au périhélie......	1836, 45	Moyen mouvement annuel.	— 2° 3' 26"
Position du périhélie.....	320°,0	Durée de la révolution.....	175 ans.

» L'inclinaison est nulle, ou à peu près. Il n'y a donc pas lieu de chercher la ligne des nœuds, ni la distance de cette ligne à celle des apsides.

» Nous voyons donc de la Terre l'ellipse décrite par ces deux soleils autour de leur centre commun de gravité. Il serait bien intéressant de déterminer, s'il est possible, la parallaxe de ce curieux système. Nous avons vu plus haut que ce sont deux astres de 3e grandeur. En même temps qu'ils circulent dans leur cycle de 175 ans, ils tournent sur eux-mêmes dans un lent mouvement de rotation que je n'ai pu encore déterminer, mais qui est rendu sensible par les alternances périodiques d'éclat des deux composantes.

» L'ellipse a été construite à l'échelle de 20 millimètres pour une seconde, puis réduite d'un tiers, de sorte que la figure ci-dessus est à l'échelle de $13^{mm},33$ pour une seconde. La série commence par l'observation de William Struve de 1822. De 1835,4 à 1837,2 il n'y a aucune observation satisfaisante d'angle et de distance; car les deux disques apparents s'occultent partiellement, phénomène que nous avons déjà signalé dans le mouvement de ζ d'Hercule. L'étude de cette occultation montre que les disques apparents de ces deux étoiles de 3e grandeur ont au moins 0″,80 de diamètre pour l'instrument de William Struve à Dorpat (9 pouces), et au moins une seconde pour ceux de Smyth et de sir John Herschel (6 et 7 pouces).

» J'ajouterai enfin que l'étude du mouvement elliptique de ce système fait soupçonner l'existence d'un corps perturbateur. La marche est plus lente qu'elle ne doit être vers 1841, et plus rapide vers 1870, et la difficulté est telle, qu'en attaquant le problème par différentes méthodes, je n'ai pu parvenir à la dissimuler ni à la rejeter sur le compte d'erreurs d'observations.

» Voici les positions inscrites le long de l'orbite précédente :

Dates.	Angles.	Dist.	Obs.	Dates.	Angles.	Dist.	Obs.	Dates.	Angles.	Dist.	Obs.
1781,9	130°,7	5″,63	H_1	1837,21	265°,4	0″,6	Sm	1843,20	192°,2	1″,9	Sm
1822,25	103,1	2,86	Σ_1	1837,41	257,9	0,58	Σ_1	1843,39	193,3	2,08	*m*
1825,32	97,9	2,37	»	1838,28	235,1	0,8	Sm	1843,41	192,1	1,83	Da
1828,38	91,5	2,07	»	1838,40	231,9	0,86	Σ_1	1845,34	185,4	2,10	Sm
1829,39	88,3	1,78	»	1838,43	230,6	0,76	Σ_2	1845,46	184,5	2,23	Σ_2
1831,36	80,9	1,49	»	1839,31	214,6	1,13	Da	1846,39	182,9	2,35	»
1831,38	77,9	1,6	Sm	1839,35	215,5	1,29	G	1846,90	183,8	2,45	Da
1832,40	71,4	1,2	»	1840,26	207,9	1,30	K	1847,35	182,5	2,40	»
1832,52	73,5	1,26	Σ_1	1840,38	205,7	1,24	Da	1847,42	182,5	2,40	Σ_2
1833,33	63,1	1,3	Sm	1840,45	211,6	1,42	Σ_2	1848,37	180,5	2,12	Da
1833,37	65,5	1,06	Σ_1	1841,34	200,0	1,58	Da	1848,43	179,1	2,55	Σ_2
1834,30	47,1	0,9	Sm	1841,35	200,1	1,73	M	1848,45	179,6	2,60	B
1834,38	51,7	0,91	Σ_1	1841,41	202,4	1,63	Σ_2	1849,37	179,0	2,84	Da
1834,84	33,6	0,7	»	1842,35	197,4	1,71	*m*	1849,42	177,0	2,92	*m*
1835,38	15,5	0,51	»	1842,38	195,0	1,73	Da	1850,36	176,7	2,95	Fl
1835,40	15,1	0,5	Sm	1842,41	197,1	1,86	Σ_2	1850,39	175,2	2,74	Σ^2
1836	Ronde ou all. H_2 Sm et Σ_1			1842,82	194,5	1,76	K	1851,36	176,3	3,04	*m*

Dates.	Angles.	Dist.	Obs.	Dates.	Angles.	Dist.	Obs.	Dates.	Angles.	Dist.	Obs.
1851,40	176°,5	2",99	Da	1856,11	171°,0	3",55	De	1864,42	165°,0	4",06	Σ_2
1851,42	176,0	3,04	Fl	1857,28	171,5	3,60	Se	1864,76	164,4	4,13	De
1852,43	173,2	3,00	Σ_2	1857,35	170,0	3,59	Da	1866,31	164,3	4,39	Se
1852,43	174,7	3,17	M	1857,44	170,2	3,63	Σ_2	1866,42	164,0	4,29	Σ_2
853,32	174,6	3,18	Fl	1858,39	169,5	3,79	Sm	1867,05	163,6	4,23	De
1853,35	173,9	3,2	Sm	1858,44	169,3	3,67	Σ_2	1868,28	163,5	4,31	»
1853,36	174,2	3,06	Da	1858,45	168,8	3,68	Da	1868,45	163,3	4,30	Σ_2
1853,39	174,2	3,25	M	1859,38	167,9	3,76	Σ_2	1870,45	163,7	4,45	»
1853,40	172,0	3,13	Σ_2	1859,44	169,4	3,91	Se	1870,72	162,2	4,63	De
1854,39	172,7	3,21	Da	1861,31	166,1	3,93	P	1871,43	162,7	4,43	Σ_2
1854,39	172,0	3,45	M	1861,42	167,3	3,96	Σ_2	1872,41	161,3	4,61	»
1854,40	172,0	3,40	Wr	1862,32	165,3	3,9	P	1872,86	160,8	4,59	De
1855,33	171,2	3,36	Da	1862,41	166,0	3,97	Σ_2	1873,43	160,8	4,54	Σ_2
1855,44	171,3	3,27	Σ_2	1863,33	165,9	4,08	De				
1856,10	170,5	3,45	J	1864,41	165,5	4,28	Se				

(H_1 = W. Herschel; H_2 = sir John Herschel; Σ_1 = W. Struve; Σ_2 = Otto Struve; Sm = Smyth; Da = Dawes; De = Dembowsky; G = Galle; M = Mädler; *m* = Main; K = Kaiser; B = Bond; Fl = Fletcher; Wr = Wrottesley; J = Jacob; Se = Secchi; P = Powell.)

BALISTIQUE. — *Sur les conclusions à tirer de l'application des théories thermo-chimiques aux corps explosifs en général et aux poudres de guerre en particulier*. Mémoire de M. F. CASTAN, présenté par M. Tresca.

(Commissaires : MM. le général Morin, Tresca, Berthelot.)

« L'application des théories thermo-chimiques aux corps explosifs a fait voir la possibilité de calculer le travail emmagasiné dans ces corps. Les savantes recherches de M. Berthelot sur la formation thermique des composés oxygénés de l'azote (1) ont fait faire un pas énorme à la question, en ce qui touche les poudres proprement dites, et permettent pour la chaleur développée par la combustion d'arriver déjà à des nombres suffisamment rapprochés de ceux que donne l'expérience, pour qu'ils puissent leur être substitués dans les cas où ceux-ci n'auraient pas été mesurés directement.

» Mais, dans les applications des corps explosifs, c'est bien moins le travail total emmagasiné dans ces corps qu'il faut considérer que le travail qu'on peut en retirer d'une manière effective, et c'est à ce point de vue que nous examinons spécialement les poudres de guerre.

» En effet, lorsqu'on brûle la poudre en vase clos, comme l'ont fait MM. Noble et Abel en Angleterre, on reconnaît que toutes les variétés de poudre qui ne diffèrent pas notablement par le dosage, mais qui sont douées de propriétés physiques fort diverses, telles que la densité, la grosseur des grains, l'état des surfaces, etc., donnent à peu près la même pres-

(1) *Comptes rendus*, p. 162 de ce volume.

sion maximum de 5 à 6 tonnes par centimètre carré. On obtient des effets analogues avec des poudres dont le mode de trituration est différent, la composition restant la même.

» Dans ces circonstances de déflagration, on peut dire que l'effet mécanique des poudres ne dépend que de leur composition et par conséquent de la quantité de chaleur qu'elles développent.

» Mais il en est tout autrement dans le tir des bouches à feu, et toutes les expériences montrent que, sous le rapport des effets de balistique intérieure et extérieure, les effets s'écartent considérablement des conséquences que l'on déduit de la théorie thermodynamique.

» Le résultat de cette étude peut être résumé dans les conclusions suivantes :

» 1° Le dosage des poudres de guerre est fixé par les conditions de leur emploi, qui resserrent tellement ses variations que le calorimètre n'indique pas de différences réellement sensibles entre les diverses compositions et ne peut, par conséquent, servir à les classer utilement.

» 2° Les différences d'action des poudres ne proviennent presque complétement que de leurs propriétés physiques et de leur mode d'emploi dans les armes.

» 3° Avec les divers dosages admis pour les poudres de guerre, on peut communiquer aux projectiles des vitesses suffisantes pour qu'on ne prévoie actuellement de limites à l'accroissement de puissance d'une artillerie que dans les difficultés que l'on rencontre pour réaliser les diverses conditions de balistique et de service du matériel.

» 4° La faiblesse relative de l'énergie comburante de l'azotate de potasse constitue bien, ainsi que l'a fait voir M. Berthelot (1), une mauvaise utilisation de l'acide azotique dans la poudre de guerre. Mais, si l'on considère l'action de la poudre comme moteur dans les armes, ce défaut, loin de discréditer son dosage, explique au contraire la supériorité du salpêtre sur tous les autres azotates. Ces mêmes considérations montrent que le véritable progrès à effectuer dans la composition des poudres consiste non dans l'introduction de corps renfermant plus de travail que l'azotate de potasse, mais bien dans l'application de ceux qui en auraient dégagé davantage encore dans leur formation. »

(1) *Comptes rendus*, p. 162 de ce volume.

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité thermique dans les roches et dans les corps en général.* Note de M. Ed. Jannettaz, présentée par M. Daubrée.

(Commissaires : MM. Élie de Beaumont, Delafosse, Fizeau, Daubrée.)

« Dans mes Notes antérieures (1), insérées aux *Comptes rendus*, et plus particulièrement dans mon Mémoire sur la propagation de la chaleur dans les corps cristallisés (2), j'étais parvenu aux conclusions suivantes :

» 1° Si un cristal offre un plan de clivage, la chaleur s'y propage plus facilement suivant les directions parallèles que dans la direction perpendiculaire à ce plan;

» 2° Si un cristal se clive suivant plusieurs directions planes rectangulaires entre elles, le plus grand axe de conductibilité thermique est parallèle à l'intersection des clivages les plus faciles, et le plus petit à celle des clivages les moins aisés;

» 3° Si les plans de clivage observés dans un même cristal sont obliques les uns par rapport aux autres, le grand axe thermique est la bissectrice de l'angle qui mesure l'inclinaison mutuelle des clivages les plus faciles, lorsqu'ils le sont également; et, lorsqu'ils sont d'une facilité différente, ce grand axe est à une distance angulaire de ces plans qui varie dans le même sens que le degré de facilité avec lequel on les obtient.

» Je ne veux pas revenir en ce moment ni sur la généralité de cette règle, que j'ai vérifiée sur un grand nombre d'espèces minérales, ni sur les seules exceptions que j'ai rencontrées jusqu'ici, et qui sont offertes, l'une par le calcaire, l'autre par l'orthose, dans les directions où elles se contractent au lieu de se dilater, comme le font la plupart des autres corps quand on les chauffe. Mais, comme j'ai admis avec Bravais qu'un clivage plus facile implique une plus grande densité réticulaire, j'ai trouvé une objection grave dans les expériences de Senarmont sur le verre comprimé (3).

» En effet, si la densité réticulaire des cristaux est plus grande le long des plans de clivage que dans une direction normale à ces plans, la chaleur se propage d'autant mieux dans un corps qu'elle suit une direction de plus grande densité. De Senarmont a cru que l'inverse a lieu : après

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 940, 1082 et 1501; 1872; t. LXXVIII, p. 413; 1874.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 15 et suiv.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXIII, p. 260 et suiv.

avoir comprimé du verre entre les deux mâchoires d'un étau, il a produit une courbe thermique sur la face supérieure libre de la plaque; cette courbe était une ellipse dont le grand axe était perpendiculaire à la pression; il en a conclu que le petit axe était parallèle aux directions de plus grande densité. C'est la seule de ses expériences que je croie devoir discuter. Il regarde les autres comme ne donnant que de vagues résultats, qu'il présente cependant comme étant d'accord par leur ensemble avec celui que je viens de rappeler.

» J'ai repris ces dernières expériences. Elles ne sont pas favorables à l'opinion de Senarmont; j'ai obtenu jusqu'ici partout des résultats contraires, que je ne publierai qu'après les avoir rendus aussi nets que possible.

» Quant à l'expérience du verre comprimé entre les deux mâchoires d'un étau, elle n'est pas décisive. Si on la compare à celles de M. Tresca sur les métaux, qu'une pression énorme force à couler comme des liquides par des orifices trop étroits pour leur masse, si on la compare surtout à ces expériences aussi célèbres de M. Daubrée, comme à celles de Sorby et de Tyndall, où l'on voit les argiles, les roches massives se diviser en lames parallèles entre elles et perpendiculaires à la pression qui les modifie, on n'est plus en droit évidemment de dire à l'avance où sont les directions de plus grande et celles de plus petite densité réticulaire, dans le verre comprimé, pas plus que dans tout autre corps.

» C'est évidemment la marche inverse qu'il faut suivre; c'est la courbe thermique dont il faut se servir pour interpréter ce qui se passe dans le verre lorsqu'on le comprime.

» Je cherchais à me procurer quelques morceaux de ces matières rendues mécaniquement schisteuses, lorsque M. Stanislas Meunier me proposa de prier M. Daubrée de mettre à ma disposition des échantillons de roches à texture schisteuse plus ou moins parfaite. J'acceptai cette offre avec le plus grand empressement, et voici les résultats de ma première série de recherches à cet égard.

» Sur les faces parallèles à la schistosité, c'est-à-dire à la direction des feuillets, je n'ai obtenu que des cercles souvent très-réguliers, surtout sur celles des phyllades; mais, sur les faces taillées perpendiculairement à la schistosité, j'ai toujours vu les courbes prendre la forme d'ellipses, dont les grands axes sont, *sans exception*, parallèles aux traces que la schistosité dessine sur les sections soumises à l'expérience.

TABLEAU DONNANT LES RAPPORTS DES AXES DANS LES PHYLLADES ET DANS LES SCHISTES CRISTALLISÉS.

		Rapport.
1.	*Stéaschiste*, d'un vert clair, translucide, des États-Unis	2,007
2.	*Phyllade*, imprégné de fer oxydulé, octaédrique, de Deville (Ardennes)	1,988
3.	*Micaschiste* gris, à grains fins, d'Aurillac (Cantal)	1,82
4.	*Talcschiste* ferrugineux, faisant partie du système des itacolumites, de la Guyane	1,78
5.	*Phyllade*, d'Angers (Maine-et-Loire)	1,6
6.	*Gneiss* des parties supérieures du Saint-Gothard, vers Airolo	1,5
7.	*Leptynolithe*, très-micacé, très-schisteux, du val de Tignes (Tarentaise)	1,5
8.	*Schiste argileux*, du terrain houiller	1,23
9.	*Leptynite*, micacé, violâtre, grenatifère, très-nettement schistoïde, de Tholy (Vosges), collection Mougeot	1,15
10.	*Serpentine* à feuillets plissés, probablement des Alpes, collection de Drée	1,15
11.	*Gneiss* à grains très-fins, passant au chloritoschiste, du val Anzasca (mont Rose)	1,13
12.	*Gneiss* de la vallée d'Aoste (Piémont)	1,06
13.	*Gneiss* des environs de Lyon	cercle.
14.	*Gneiss* offrant deux plissements à peu près rectangulaires, en moyenne	1,2
	Matières minérales fibreuses.	
15.	*Albâtre calcaire* concrétionnée, formée de très-petits prismes accolés. Ici le grand axe thermique est, comme l'axe principal, perpendiculaire aux dépôts successifs.	1,06
	Roches et espèces minérales diverses, non schisteuses.	
16.	*Jaspe* rubané	cercle.
17.	*Albâtre calcaire* à zones très-serrées, à cassures esquilleuses, de Montmartre	cercle.
18.	*Bois de palmier* pétrifié, coupé parallèlement aux fibres	cercle.
19.	Section d'une tige de *Dicotylédone* pétrifiée, parallèle aux fibres	cercle.
20.	*Malachite* concrétionnée, à zones parallèles, presque rectilignes	cercle.
21.	*Serpentine* compacte	cercle.
22.	*Pegmatite* à grains fins, de Hongrie	cercle.
23.	*Pegmatite graphique*. Ellipse, à grand axe orienté, comme les axes principaux des cristaux de quartz.	

» Toutes ces roches ont été choisies homogènes, exemptes de fissures. Les phyllades, les micaschistes, les talcschistes m'ont fourni les rapports les plus élevés. Les premiers chiffres rappellent ceux que j'ai observés dans les micas. Plus la schistosité est nette, plus l'ellipticité augmente. Dans les gneiss, on obtient sensiblement des cercles, lorsqu'ils se rapprochent des granites, ou qu'ils n'en diffèrent que par la disposition zonaire de leurs éléments; et ces courbes s'allongent parallèlement aux bandes de mica, lorsque les inflexions de la roche témoignent d'une action mécanique. Les feuillets, dans ce cas, sont généralement plus minces.

» La serpentine, inscrite sous le n° 10, offre des plissements très-visibles, bien qu'elle soit parfaitement homogène et compacte. Les plis deviennent par places rectangulaires entre eux, et le grand axe de la courbe thermique les suit dans toutes leurs inflexions.

» Le leptynolithe du n° 7 montre sur la tranche soumise à l'observation, non-seulement les traces des feuillets qui le composent, mais aussi une apparence d'ancienne stratification, inclinée à près de 45 degrés sur les premières. Cette stratification semble ne pas déranger l'orientation des courbes, dont le grand axe demeure toujours parallèle à la schistosité, etc.

» Celle-ci mérite donc bien le nom de *clivage des roches*, qu'on lui a donné quelquefois, bien que son origine ne soit pas la même que dans les cristaux.

» En résumé, la loi qui règle la propagation de la chaleur dans les cristaux n'est qu'un cas particulier de celle-ci, qui me paraît générale, qui l'est au moins dans tous les cas que j'ai observés : la chaleur se propage plus facilement suivant les surfaces, les plans ou les lignes entre lesquels existe la plus faible cohésion.

» Je pourrais citer encore, comme dernier fait, une ellipse que j'ai obtenue dans un morceau de bois de chêne taillé parallèlement à la direction de ses fibres. Le grand axe, aligné comme les fibres, est au petit dans le rapport de 1,26 à 1. Quel que soit le rôle mutuel des liquides et des vaisseaux dans ce cas, le résultat n'est pas en désaccord avec ceux qui précèdent. »

« M. **Fizeau** fait remarquer que l'inégale conductibilité pour la chaleur, observée par M. Jannettaz dans les diverses directions des roches à structure schisteuse, présente un intérêt particulier au point de vue de la Physique moléculaire. Cette conductibilité, variable avec la direction considérée, paraît en effet en relation avec la structure toute spéciale que présentent ces roches, structure qui ne permet pas de les considérer comme isotropes. Une conclusion semblable ressort également de la manière dont les roches de cette nature se dilatent sous l'influence de la chaleur, d'après plusieurs observations qu'il a faites récemment, et dont il espère entretenir prochainement l'Académie avec plus de détails; l'ardoise d'Angers, notamment, se dilate plus dans une direction normale au plan de clivage que dans une direction parallèle à ce plan. On peut enfin rapprocher de ces phénomènes l'inégale dilatation que présentent, dans diverses directions, les métaux fortement écrouis soit au marteau, soit au balancier monétaire. Il suffira de citer ici (voir les procès-verbaux de la Commission

du mètre, 1873-1874, p. 52) quelques valeurs du coefficient de dilatation déterminées sur un lingot de platine à 10 pour 100 d'iridium, suivant le sens de la compression. Ces valeurs montrent bien l'accroissement de la dilatation par la chaleur (ou de la contraction par le froid), dû à l'écrouissage résultant de l'action du balancier, ainsi que le retour vers la dilatation primitive par l'effet du recuit.

Coefficient de dilatation du métal avant la compression...	0,00000886,4
Après la compression au balancier..........	902,0
Après un recuit à 1300 degrés..........	890,5
Après un second recuit à 1300 degrés..........	889,6

» Les autres actions mécaniques, telles que le martelage, le laminage, influent de même, et d'une manière inégale suivant les directions, sur la valeur de la dilatation du métal; tandis que l'étirage à la filière exerce une influence de signe contraire. L'isotropie primitive de la matière est donc altérée dans ces circonstances et ne se rétablit que par l'effet d'un recuit à haute température, suffisamment prolongé. »

PHYSIOLOGIE. — *Détermination de l'âge de l'embryon humain par l'examen de l'évolution du système dentaire.* Note de M. **E. Magitot**, présentée par M. Ch. Robin.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« La détermination de l'âge du fœtus humain, en dehors de tout renseignement sur l'époque de la fécondation et par l'examen anatomique du produit expulsé, est un problème qui a depuis longtemps attiré l'attention des médecins.

» En poursuivant nos recherches sur l'évolution du follicule dentaire (voir Legros et Magitot, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 1377; 1873), nous sommes arrivés à fixer avec précision la chronologie de ce follicule.

» C'est en développant et en complétant ces dernières études que nous avons obtenu les résultats que nous publions aujourd'hui.

» Nos recherches ont porté sur un grand nombre d'embryons humains, composant une échelle qui s'étend depuis le moment où l'individu mesure 3 centimètres jusqu'à l'époque de la naissance. Pour fixer chronologiquement les faits successifs de l'évolution folliculaire, nous avons dû accepter, comme premiers éléments de détermination de l'âge de l'embryon, les documents publiés par les auteurs sur les conditions relatives du poids et de la longueur. Il existe ainsi plusieurs tableaux de ce genre dans les ou-

vrages classiques d'accouchement et de médecine légale; mais une première remarque nous a frappé tout d'abord, c'est le défaut de concordance, et parfois la contradiction qui séparent ces divers documents. Aussi, après avoir compulsé les principaux d'entre eux, nous avons été conduit à en adopter un à l'exclusion des autres : c'est celui qu'ont publié MM. Littré et Robin dans le *Dictionnaire de Médecine* (13e édition, 1873, art. EMBRYON et FOETUS, p. 509 et 616). Les chiffres donnés par ces auteurs, résultant pour le plus grand nombre d'observations personnelles, nous ont paru présenter plus de garanties d'exactitude. Nous avons pu d'ailleurs les contrôler récemment par la confrontation d'un fait très-rigoureusement observé par M. Gueniot, dans un cas d'avortement à date précise, et dont le produit a été pesé et mesuré avec une extrême rigueur.

» L'ensemble des observations que nous avons recueillies de la sorte constitue le tableau suivant (voir ci-contre).

» Il nous paraît inutile d'insister longuement sur les applications des documents contenus dans ce tableau. Au point de vue physiologique, il établit, pour chaque âge, l'état de l'évolution dentaire; au point de vue médico-légal, on entrevoit des applications qui nous semblent être de la plus haute importance.

» S'agit-il par exemple d'un cas d'avortement et de la recherche de l'âge du produit expulsé, plusieurs cas peuvent se présenter.

» Nous ferons à cet égard diverses hypothèses.

» Dans une première circonstance, l'embryon est intact; il peut être pesé et mesuré rigoureusement, et dès lors l'état des gouttières dentaires viendra seulement apporter un complément utile de démonstration.

» Dans un deuxième cas, l'embryon est divisé en morceaux; la tête, par exemple, aura été séparée du tronc, et celui-ci ne se retrouve pas : aucune notion de dimension et de poids n'est donc réalisable. L'état de l'évolution folliculaire, interrogé sur les différents points des mâchoires au moyen d'une série de coupes parallèles, permettra d'affirmer à quel âge est parvenu l'embryon.

» Dans une troisième circonstance, l'embryon aura, si l'on veut, macéré depuis longtemps dans un liquide, dans les latrines par exemple; les fontanelles se sont ouvertes, le crâne est vidé, les tissus sont infiltrés : le poids et les dimensions ne sont plus perceptibles. Le plus grand nombre des faits de l'évolution des follicules restera encore appréciable : les cordons épithéliaux sont, en effet, très-difficilement altérables, et le traitement des mâchoires par certains réactifs, l'acide acétique, le liquide

État de l'évolution folliculaire aux différents âges de la vie embryonnaire chez l'homme.

ÉTAT DE L'EMBRYON.			DÉSIGNATION DES FOLLICULES.										
			DENTITION TEMPORAIRE.					DENTITION PERMANENTE.					
SA LONGUEUR du vertex aux talons.	SON POIDS TOTAL.	L'AGE correspondant	Incisive centrale.	Incisive latérale.	1re molaire.	2e molaire.	Canine.	Incisive centrale.	Incisive latérale.	Canine.	1er prémol.	2e prémolaire.	1re molaire.
3 centim.	3 gr. à 3 gr. 1/2	7e semaine.	A cette date on n'observe au bord des mâchoires de l'embryon que le bourrelet épithélial et la lame de Kölliker. Les bourgeons des os maxillaires supérieurs et incisifs ne sont pas soudés et l'arc maxillaire inférieur ne contient que le cartilage de Meckel sans aucune trace osseuse. C'est dans le cours de cette septième semaine que se forment successivement, et dans l'ordre de leur désignation, les cordons épithéliaux (organes de l'émail) de la dentition temporaire.					Aucune trace de ces follicules.					
3 à 4 cent.	10 à 12 gr.	9e semaine.	A cette date apparait, en regard de l'extrémité plongeante du cordon épithélial, la première trace du *bulbe*. Cette genèse a lieu à peu près simultanément ou à un jour ou deux d'intervalle pour la même série des follicules temporaires.					Aucune trace de ces follicules.					
4 à 6 cent.	45 à 48 gr.	10e semaine.	A ce moment la paroi folliculaire se détache de la base du bulbe pour s'élever sur les côtés. Cette genèse s'effectue dans le même ordre que les précédentes.					Aucune trace de ces follicules.					
15 à 18 cent.	100 à 120 gr.	15e semaine.	La paroi folliculaire continue son évolution. Le bourgeon épithélial commence sa transformation en organe de l'émail.										Apparition du cordon épithélial descendant de la lame.
18 à 19 cent.	120 à 180 gr.	16e semaine.	La paroi folliculaire est close; le cordon épithélial est rompu et le follicule est dès lors indépendant de toute connexion avec la muqueuse.					Apparition du cordon épithélial par dérivation du cordon primitif de chacune des dents caduques correspondantes.					
			Incisive centrale.	Incisive latérale.			Canine.						
20 à 21 cent.	180 à 220 gr.	17e semaine.	Apparition du chapeau de dentine.				Apparition du chapeau de dentine.						Apparition du bulbe.
					1re molaire.	2e molaire.							
21 à 24 cent.	220 à 250 gr.	18e semaine (4 mois).			Apparition du chapeau de dentine.								Apparition de la paroi folliculaire
			DIMENSIONS EN HAUTEUR VERTICALE DU CHAPEAU DE DENTINE.										
25 à 27 cent.	280 à 450 gr.	20e semaine.	1mm,5	1mm,5	1mm	1mm	1mm,5	Apparition du bulbe.					Clôture de la paroi et rupture du cordon.
32 à 35 cent.	1 kg. à 1 kg., 500	25e semaine (6 mois).	1mm,9	1mm,9	1mm,4	1mm,4	1mm,9	La paroi folliculaire, apparue après la vingt et unième semaine, a déjà acquis un certain développement.					Apparition du chapeau de dentine.
37 à 39 cent.	1 kg., 500 à 2 kg.	28e semaine (6 mois 1/2).	2mm,4	2mm,4	2mm	2mm	2mm,4	La paroi folliculaire continue son évolution; le bourgeon épithélial commence sa transformation en organe de l'émail.					Le chapeau de dentine a 0mm,1 à 0mm,2 de hauteur verticale.
40 à 42 cent.	2 kg. à 2 kg., 500.	32e semaine (7 mois 1/2).	2mm,9	2mm,9	2mm,4	2mm,4	2mm,9	Continuation des mêmes phénomènes évolutifs.					Les chapeaux de dentine qui recouvrent les sommets bulbaires sont soudés.
44 à 47 cent.	2 kg., 500 à 3 kg.	36e semaine (8 mois 1/2).	3mm	3mm	2mm,8	2mm,8	3mm	Continuation des mêmes phénomènes évolutifs.					Le chapeau de dentine a 0mm,8 à 1mm de hauteur verticale.
45 à 52 cent.	3 kg. à 3 kg., 500.	39e semaine (9 mois).	3mm,5	3mm,5	3mm	3mm	3mm,5	Clôture de la paroi folliculaire. (Le chapeau de dentine n'est pas apparu; sa genèse n'a lieu que dans le premier mois qui suit la naissance.)					Le chapeau de dentine a 1mm à 2mm de hauteur verticale.

de Müller, la gomme, etc., permettra encore de pratiquer des coupes où seront reconnues des dispositions fondamentales.

» Enfin, si nous supposons d'autres cas encore où l'embryon aura été desséché à l'air ou en partie carbonisé dans un foyer, pour peu qu'on puisse recueillir un des maxillaires ou seulement un fragment même très-restreint de ceux-ci, un élément de détermination se retrouvera encore pour la seconde moitié de la vie intra-utérine; cet élément est tout à fait décisif: c'est le *chapeau de dentine* qui résiste au plus grand nombre des agents destructeurs. En effet, ni la macération, ni la dessiccation, ni la combustion même portée assez loin ne peut atteindre ce petit organe doué, comme on sait, d'une extrême densité et d'une résistance considérable. Il peut ainsi survivre à tous les autres caractères, y compris ceux qui sont empruntés au squelette, et l'on peut voir par notre tableau que, dès le moment qu'il a apparu, la détermination de ses dimensions devient un élément qui s'accuse avec une netteté d'autant plus grande qu'on se rapproche davantage de l'époque de la naissance.

» Nous avons indiqué un certain nombre d'exemples de recherches médico-légales. D'autres peuvent encore se présenter; nous n'y insisterons pas. Notre but a été d'apporter un contingent d'éléments nouveaux jusqu'ici absolument négligés ou inconnus. Il est réservé au médecin légiste d'en tirer les conséquences et d'en indiquer les applications.

» Dans une prochaine Communication, nous ferons connaître les résultats de nos recherches sur la fixation de l'âge du nouveau-né par l'état de l'évolution des follicules dentaires. »

MM. Crouzet et Colombat adressent à l'Académie un Mémoire sur un moyen de rendre un navire insubmersible par une nouvelle application de air comprimé.

A la hauteur de la ligne de flottaison, le navire doit être séparé intérieurement en deux parties par un pont construit de telle façon que l'air ne puisse pénétrer de la partie inférieure dans la partie supérieure. Si alors il se fait un trou dans la cale du navire, l'eau envahira la cale plus ou moins vite, mais elle ne remplira pas entièrement la capacité de ce compartiment; car l'air enfermé ne trouvant pas d'issue sera comprimé et fera équilibre à la force extérieure. A partir de ce moment, le navire cessera de s'enfoncer; il se trouvera dans les mêmes conditions qu'une cloche à plongeur.

Pour rendre cette idée pratique, les auteurs proposent une disposition

spéciale pour l'intérieur du navire: la description est accompagnée de dessins.

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme.)

M. Trémeau adresse à l'Académie un Mémoire intitulé : « Représentation géométrique des solutions imaginaires des équations et Théorie géométrique des lignes trigonométriques imaginaires. » Ce Mémoire fait suite à une brochure sur l'interprétation en Géométrie analytique des solutions imaginaires des équations.

Le Mémoire et la brochure qui l'accompagne seront soumis à l'examen de M. Puiseux.

M. Masson adresse une Note relative à un moyen de purifier les huiles minérales. Le procédé qu'il emploie consiste à soumettre les huiles à l'action d'un mélange d'alcool, d'acide sulfurique et d'acide azotique en proportions convenables. L'auteur fait remarquer que le pétrole, ainsi purifié, est appelé à remplacer l'alcool dans un grand nombre de préparations, par exemple dans la préparation des teintures d'un usage externe.

(Commissaires : MM. Balard, Berthelot.)

M. Netter adresse une brochure intitulée : « Vues nouvelles sur le choléra (cause, nature et traitement) avec une étude sur les injections faites dans les veines ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Brachet adresse une Note sur des obturateurs des radiations extrêmes, applicables à l'éclairage par l'arc voltaïque.

Cette Note sera renvoyée à la Commission du prix Trémont.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente de la part de M. de Caligny un ouvrage imprimé en italien, ayant pour titre : « Rapport de M. Merrifield, ingénieur anglais, sur l'ouvrage de M. Cialdi, relatif au mouvement onduleux de la mer. »

La Société malacologique de Belgique sollicite la faveur d'être comprise parmi les Sociétés avec lesquelles l'Académie fait l'échange de ses publications.

(Renvoi à la Commission administrative.)

La Société nationale des Sciences naturelles de Cherbourg sollicite la même faveur.

(Renvoi à la Commission administrative.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème concernant les équations aux différences partielles simultanées.* Note de M. E. Combescure.

« On sait qu'étant données deux équations aux différences partielles du premier ordre entre une fonction z des variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, et ses dérivées partielles du premier ordre $p_1, p_2, \ldots, p_n$, on peut en déduire une nouvelle équation, aussi du premier ordre, au moyen d'une formule qui est d'une importance majeure dans le Calcul intégral. Cette formule peut être regardée comme un cas particulier de celle que je vais établir, et qui est susceptible de diverses applications.

» Soient

$$f = 0, \tag{1}$$

$$F = 0, \tag{2}$$

deux équations entre $z, x_1, x_2, \ldots, x_n$, et les dérivées partielles de divers ordres $p_1, p_2, \ldots, p_n$; $p_{1,1}, p_{1,2}, \ldots$; $p_{1,1,1}, p_{1,1,2}, \ldots$. Ces équations pouvant contenir d'ailleurs d'autres fonctions quelconques des variables indépendantes, je supposerai la première de l'ordre r, la seconde de l'ordre s. Je désignerai par $g, \ldots, h$, les indices égaux ou inégaux, en nombre s, pris dans la suite $1, 2, \ldots, n$; pareillement $i, \ldots, j$ représenteront r nombres quelconques de la même suite. Cela étant, si l'on différentie partiellement s fois l'équation (1) par rapport aux variables $x_g, \ldots, x_h$, le résultat pourra s'écrire

$$\left(\frac{d^s f}{dx_g \ldots dx_h}\right) + \sum_{i \ldots j} \frac{df}{dp_{i \ldots j}} p_{i \ldots j g \ldots h} = 0, \tag{3}$$

le $\sum$ s'étendant à toutes les combinaisons r à r, avec répétition, des nombres $1, 2, \ldots, n$. Quant à la partie affectée des parenthèses, elle désigne l'ensemble des termes que l'on obtient lorsqu'on fait varier partiellement, avec

$x_g, \ldots, x_h$, toutes les quantités renfermées dans f, à l'exception des dérivées partielles $p_l \ldots$ de l'ordre $(r+s-1)$, lesquelles s'introduisent à la $(s-1)^{ième}$ différentiation. La partie dont il s'agit est donc une expression de l'ordre $r+s-1$ relativement aux dérivées partielles $p_l \ldots$. On déduit pareillement de l'équation (2)

$$(4) \qquad \left(\frac{d^r F}{dx_i \ldots dx_j}\right) + \sum_{g \ldots h} \frac{dF}{dp_{g \ldots h}} p_{g \ldots hi \ldots j} = 0.$$

Si l'on multiplie cette équation par $\frac{df}{dp_{i \ldots j}}$, et que l'on prenne la somme des produits par rapport à toutes les combinaisons r à r des nombres de la suite $1, 2, \ldots, n$, on aura, en intervertissant les $\sum$ dans la seconde partie, et écrivant $p_{i \ldots jg \ldots h}$ au lieu de $p_{g \ldots hi \ldots j}$,

$$(5) \qquad \sum_{i \ldots j} \left(\frac{d^r F}{dx_i \ldots dx_h}\right) \frac{df}{dp_{i \ldots j}} + \sum_{g \ldots h} \frac{dF}{dp_{g \ldots h}} \sum_{i \ldots j} \frac{df}{dp_{i \ldots j}} p_{i \ldots j\, g \ldots h} = 0.$$

Or la somme qui figure à la fin de cette équation revient, en vertu de (3), à $-\left(\frac{d^s f}{dx_g \ldots dx_h}\right)$; on a donc finalement

$$(6) \qquad \sum_{i \ldots j} \left(\frac{d^r F}{dx_i \ldots dx_j}\right) \frac{df}{dp_{i \ldots j}} - \sum_{g \ldots h} \left(\frac{d^s f}{dx_g \ldots dx_h}\right) \frac{dF}{dp_{g \ldots h}} = 0.$$

Telle est la formule que je me proposais d'établir. L'équation (6) est de l'ordre $r+s-1$; mais comme elle provient de l'élimination des dérivées d'ordre $(r+s)$ entre des équations déduites de f et de F respectivement par s et r différentiations partielles, elle n'est pas généralement une conséquence des équations de l'ordre $(r+s-1)$ obtenues en différentiant $(s-1)$ fois l'équation $f=0$, et $(r-1)$ fois l'équation $F=0$.

» Le cas le plus important est celui où, f étant du premier ordre, F est d'un ordre quelconque s. La formule (6) devient dans le cas présent

$$(7) \qquad \sum_i \left(\frac{dF}{dx_i}\right) \frac{df}{dp_i} - \sum_{g \ldots h} \left(\frac{d^s f}{dx_g \ldots dx_h}\right) \frac{dF}{dp_{g \ldots h}} = 0,$$

et constitue une équation précisément du même ordre que l'équation (2). En désignant cette équation nouvelle par

$$(2_1) \qquad F_1 = 0,$$

et appliquant à (1) et (2_1) la formule (7), on obtiendra une nouvelle équation, encore du même ordre s,

$$(2_2) \qquad F_2 = 0,$$

que l'on pourra traiter de la même manière, et ainsi de suite. Si le nombre des équations distinctes ainsi obtenues surpasse le nombre des dérivées partielles d'ordre s, on pourra éliminer ces dérivées, et l'on obtiendra une ou plusieurs équations de l'ordre $(s-1)$ auxquelles on pourra appliquer le même procédé, etc. Mais il pourra arriver que, sous certaines conditions, les équations déduites rentrent, à un certain moment, dans celles déjà obtenues; comme il peut arriver aussi que les deux équations proposées, si elles sont prises au hasard, soient incompatibles. Il est facile de donner des exemples de ces différents cas.

» La formule (7) peut, dans bien des circonstances, fournir un moyen d'élimination entre des équations simultanées aux différences partielles. Ainsi, par exemple, si l'on désigne par α, β, γ trois fonctions des n variables indépendantes x_1, x_2, x_n, et que l'on considère les trois équations

$$\beta_1\gamma_1+\beta_2\gamma_2+\ldots+\beta_n\gamma_n=0,$$
$$\alpha_1\gamma_1+\alpha_2\gamma_2+\ldots+\alpha_n\gamma_n=0,$$
$$\alpha_1\beta_1+\alpha_2\beta_2+\ldots+\alpha_n\beta_n=0;$$

en prenant les deux premières de ces équations et appliquant à la fonction γ $(n-2)$ fois la formule (7) où l'on supposera $r=1$ et $s=1$, on obtiendra n équations homogènes et du premier ordre par rapport aux dérivées $\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_n$. On pourra donc éliminer ces dernières quantités, et l'on aura une équation entre les dérivées partielles de α et β jusqu'à un certain ordre. En la combinant avec la troisième des proposées et appliquant à la fonction β la formule (7) un nombre suffisant de fois, comme l'ordre par rapport à β reste le même dans les équations déduites, on pourra éliminer toutes les dérivées relatives à β et obtenir ainsi une équation où figureront les seules dérivées de α. Je me borne présentement à ces considérations générales. »

GÉOMÉTRIE. — *Construction directe du rayon de courbure de la courbe de contour apparent d'une surface qu'on projette orthogonalement sur un plan.* Note de M. A. MANNHEIM, présentée par M. Chasles.

« L'emploi d'une normalie m'a permis d'arriver facilement à une construction directe du centre de courbure d'une section faite dans une surface par un plan oblique (1).

(1) Voir *Comptes rendus*, p. 259 de ce volume.

» Le même procédé conduit très-simplement aussi à une construction du centre de courbure de la courbe de contour apparent d'une surface que l'on projette orthogonalement sur un plan. C'est ce que je me propose de montrer.

» Soient (S) la surface donnée et (Q) le plan sur lequel on projette cette surface. La courbe dite de *contour apparent*, dont nous allons nous occuper, est la trace sur le plan (Q) d'un cylindre circonscrit à (S) dont les génératrices sont perpendiculaires à (Q).

» Désignons par a' le point de cette courbe pour lequel nous cherchons le centre de courbure α. Le point a' est la projection du point a de (S). Pour ce point a, je suppose connus : la normale A à (S), les deux centres de courbure principaux b et c, situés sur cette normale, et les plans des sections principales de (S).

» Prenons la courbe de contact de (S) et du cylindre circonscrit à cette surface pour directrice d'une normalie à (S). Les génératrices de cette normalie étant des normales communes à (S) et au cylindre sont parallèles au plan (Q), et leurs projections sur ce plan sont des normales à la courbe de contour apparent.

» On connaît trois plans tangents de cette normalie, ce sont le plan tangent en a et les plans tangents en b et c. Ces deux derniers sont les plans des sections principales de (S) pour le point a. On peut donc facilement construire un paraboloïde ayant les mêmes plans tangents que la normalie le long de A. L'un des plans directeurs de ce paraboloïde est nécessairement (Q), puisque ce paraboloïde contient deux génératrices infiniment voisines appartenant à la normalie, et que nous avons remarqué que toutes les génératrices de cette surface sont parallèles à (Q). Prenons pour second plan directeur le plan tangent en a à (S), que nous désignerons par (T).

» Le plan de projection (Q) étant perpendiculaire à ce dernier plan directeur, les génératrices du paraboloïde du même système que A se projettent suivant des droites concourantes en un même point α.

» Mais ce point α est aussi le point de rencontre des projections des deux génératrices infiniment voisines communes à la normalie et au paraboloïde, et comme ces deux projections sont des normales de la courbe de contour apparent, α est le centre de courbure cherché.

» Pour déterminer ce point, on n'a donc qu'à construire une génératrice quelconque du paraboloïde du même système que A et à projeter cette droite ainsi que A sur le plan (Q); les projections de ces deux droites se couperont au point α.

» Pour faire les constructions, menons de b un plan parallèle au plan directeur (T). Ce plan coupe le plan tangent en b à la normalie, c'est-à-dire le plan d'une section principale de (S) suivant une droite B_1. De même pour le centre de courbure principal c, on obtient C_1.

» Parallèlement à (Q) on mène une droite qui rencontre B_1 et C_1. La projection de cette droite sur (Q) rencontre la projection de A sur le même plan au centre de courbure cherché α.

» Remarquons que les droites B_1 et C_1 sont les axes des cercles osculateurs des sections principales de (S), et, si le plan (Q) ne contient pas A, il suffit de joindre les traces de ces deux droites sur le plan (Q) pour avoir une droite qui coupe la projection de A au point α.

» En prenant (Q) comme plan vertical de projection, et (T) comme plan horizontal de projection, la construction qui précède se réduit au tracé de quelques droites. Ce tracé permet tout de suite d'apercevoir deux triangles semblables, et la proportion qu'on établit entre les côtés de ces triangles conduit à la relation connue (1)

$$r = R_1 \sin^2 \omega + R_2 \cos^2 \omega,$$

dans laquelle r est le rayon de courbure de la courbe de contour apparent, R_1, R_2 les rayons de courbure principaux de (S), et ω l'angle que fait une perpendiculaire à (Q) avec le grand axe de l'indicatrice de (S) en a.

» Le tracé qui précède donne lieu aux remarques suivantes :

» *Lorsque le plan de projection* (Q) *est également incliné sur les plans des sections principales de* (S) *en* a, *le rayon de courbure en* a' *de la courbe de contour apparent de* (S) *est égal à la demi-somme des rayons de courbure principaux de cette surface en* a.

» *Lorsque le plan de projection* (Q) *est perpendiculaire à l'un des diamètres conjugués égaux de l'indicatrice de* (S) *en* a, *l'inverse du rayon de courbure en* a' *de la courbe de contour apparent de* (S) *est égal à la demi-somme des inverses des rayons de courbure principaux de cette surface.*

» *Lorsque le plan de projection* (Q) *est perpendiculaire à l'une des asymptotes de l'indicatrice de* (S) *en* a, *le rayon de courbure en* a' *de la courbe de contour apparent est nul.*

» *Enfin lorsque le plan de projection* (Q) *est parallèle à l'une des asymptotes*

---

(1) *Mémoire sur les pinceaux de droites, etc.* (*Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XVII; 1872.) — *Mémoire sur la transformation par polaires réciproques.* (*Journal de Mathématiques*, 2e série, t. XI; 1866.)

de l'indicatrice de (S) *en a et à la normale* A, *le rayon de courbure en a' de la courbe de contour apparent de* (S) *est égal à la différence des rayons de courbure principaux de cette surface.*

» Cette dernière circonstance se présente lorsqu'on projette une surface réglée sur un plan parallèle à l'une des génératrices de cette surface.

» *Remarque.* — On peut considérer le contour apparent de (S) en prenant, non plus un cylindre circonscrit, mais un cône. Dans ce cas, la construction du rayon de courbure de la courbe de contour apparent se ramène à celle que nous venons de trouver, en appliquant le théorème suivant :

» *Un cône et un cylindre circonscrits à une surface qui ont une génératrice commune sont osculateurs entre eux au point où cette génératrice touche la surface.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la limite du degré des groupes primitifs qui contiennent une substitution donnée;* Note de M. C. JORDAN.

« Nous avons démontré en 1871, dans le *Journal de M. Liouville*, le théorème suivant :

» *Si un groupe primitif* G, *ne contenant pas le groupe alterné, contient une substitution* A, *qui ne déplace que m lettres, le degré de* G *ne pourra dépasser une certaine limite dépendante du nombre m.*

» Si donc on répartit les groupes primitifs en classes, d'après le nombre de lettres que déplace celle de leurs substitutions qui en contient le moins, chaque classe ne renfermera qu'un nombre limité de groupes.

» La démonstration que nous avons donnée de cette proposition fondamentale, dans le Mémoire cité, offre le double inconvénient d'être très-compliquée et de fournir une limite beaucoup trop élevée.

» L'importance de cette question nous a déterminé à y revenir récemment (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. I[er]). Dans ce nouveau Mémoire, comme dans le précédent, nous avons admis que la substitution donnée A avait pour ordre un nombre premier p. Cette hypothèse pouvait se faire sans porter atteinte à la généralité de la question; car une substitution quelconque, élevée à une puissance convenable, donne une substitution d'ordre premier.

» Cela posé, appelant q le nombre des cycles de A, nous avons formulé le théorème suivant :

» *Si p est supérieur à $\frac{2}{\log 2} q \log q + q + 1 = f(q)$, le degré de* G *ne pourra surpasser $pq + \frac{2}{\log 2} q \log q + 2q$.*

» Cette nouvelle limite est déjà assez rapprochée; mais les considérations qui servent à l'établir sont encore difficiles. D'ailleurs elles laissent entièrement de côté le cas fort important où l'on a $p \overline{\gtrless} f(q)$.

» La nouvelle méthode qui fait l'objet de notre Mémoire actuel embrasse au contraire tous les cas; elle repose d'ailleurs sur des principes très-simples, que nous allons exposer en peu de mots.

» Soient A, A',... les substitutions semblables à A que contient le groupe G; on sait que le groupe H, dérivé de ces substitutions, doit être transitif.

» Soit Γ_0 le groupe dérivé de celles des substitutions A, A',... qui ne déplacent d'autres lettres que celles de A. Si Γ_0 n'est pas transitif, ses lettres pourront se répartir en classes, en groupant ensemble celles que Γ_0 permute entre elles. Soient $N_0 = pq$ le nombre total des lettres de Γ_0; $M_0 \overline{\gtrless} p$ le nombre des lettres de la classe la plus nombreuse C_0; $K \overline{\lessgtr} q$ le nombre des classes.

» Le groupe H étant transitif, l'une au moins des substitutions A, A',... permutera, dans ses cycles, des lettres de C_0 avec d'autres lettres. Si, parmi les substitutions jouissant de cette propriété, il en existe une $\mathcal{A}$ qui remplace toutes les lettres de C_0 par d'autres lettres étrangères à cette classe, le groupe Γ_1 formé par celles des substitutions de A, A',... qui ne déplacent que les lettres contenues dans Γ_0 ou dans $\mathcal{A}$ contiendra N_1 lettres, formant K_1 classes, dont la plus nombreuse contiendra M_1 lettres, N_1, K_1, M_1 satisfaisant aux inégalités

$$N_1 \overline{\lessgtr} N_0 + pq - M_0, \quad K_1 \overline{\lessgtr} N_0 + q - \frac{eM_0}{p}, \quad M_1 \overline{\gtrless} eM_0 \overline{\gtrless} ep$$

(e étant égal à 2 si $p = 2$, à $\frac{2p}{p-1}$ si p est impair).

» On pourra raisonner sur Γ_1 comme sur Γ_0, et ainsi de suite, jusqu'à un groupe Γ_μ, pour lequel on aura

$$N_\mu \overline{\lessgtr} N_0 + \mu pq - (M_0 + \ldots + M_{\mu-1}) \overline{\lessgtr} (\mu+1)pq - p\frac{e^\mu - 1}{e-1},$$

$$K_\mu \overline{\lessgtr} K_0 + \mu q - \frac{e}{p}(M_0 + \ldots + M_{\mu-1}) \overline{\lessgtr} (\mu+1)q - e\frac{e^\mu - 1}{e-1}, \quad M_\mu \overline{\gtrless} e^\mu p$$

et tel qu'il soit impossible de trouver, dans la suite A, A',..., une substi-

tution qui remplace toutes les lettres de la classe C_μ par d'autres lettres étrangères à cette classe.

» Cela posé, on voit aisément que la suite A, A',... contient une substitution A_μ qui remplace une des lettres de C_μ par une des lettres contenues dans les autres classes du groupe Γ_μ, et qui, en outre, ne contienne, dans aucun de ses cycles, plus d'une lettre différente de celles que Γ_μ déplaçait. La substitution A_μ étant ainsi choisie, considérons le groupe $\Gamma_{\mu+1}$, dérivé de celles des substitutions A, A',... qui ne déplacent que les lettres contenues dans Γ_μ et dans A_μ. On aura

$$N_{\mu+1} \overline{\overline{<}} N_\mu + q, \quad K_{\mu+1} \overline{\overline{<}} K_\mu - 1.$$

» Raisonnant sur $\Gamma_{\mu+1}$ comme sur Γ_μ, et ainsi de suite, on arrivera à un groupe Γ contenant un nombre de lettres N, au plus égal à $N_\mu + (K_\mu - 1)q$, ces lettres ne formant plus qu'une seule classe. On a donc ce résultat :

» *Le groupe* G *contient un groupe transitif* Γ *dérivé de substitutions de la suite* A, A',... *et dont le degré* N *est au plus égal à* $N_\mu + (K_\mu - 1)q$.

» Le groupe Γ peut n'être pas primitif; mais on voit aisément qu'il est impossible d'y répartir les lettres en systèmes contenant plus de q lettres chacun. D'après notre Mémoire de 1871, théorème I[er], si n est le degré de G, ce groupe sera au moins $n - N - 2q + 3$ fois transitif. Donc aucune de ses substitutions ne pourra déplacer moins de $2(n - N - 2q + 3) - 3$ lettres; mais il contient des substitutions qui en déplacent pq : on aura donc

$$2(n - N - 2q + 3) - 3 \overline{\overline{<}} pq,$$
$$n \overline{\overline{<}} N + 2q + \frac{pq-3}{2} \overline{\overline{<}} N_\mu + (K_\mu + 1)q + \frac{pq-3}{2}.$$

» Si l'on substitue dans le second membre, à la place de N_μ et de K_μ, leu rslimites supérieures trouvées plus haut, on obtiendra une fonction de μ, dont on déterminera sans peine le maximum, lequel sera la limite supérieure que n ne peut dans aucun cas dépasser. On trouvera ainsi

$$n \overline{\overline{<}} q(p+q)\left[\log\frac{q(p+q)}{p+eq} - \log\frac{e-1}{\log e} + 1 - \frac{1}{\log e}\right] + \frac{p+q}{e-1} + 2q + \frac{pq-3}{2},$$

formule qu'il serait d'ailleurs aisé de simplifier en sacrifiant un peu de précision. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la planète* (127); par M. H. RENAN. (Note présentée par M. Le Verrier.)

« Cette planète a été découverte à l'Observatoire de Paris par M. Prosper Henry, le 5 novembre 1872, et depuis cette date jusqu'au 2 janvier 1873,

au moyen d'une éphéméride calculée par M. Baillaud, il en a été fait, tant à l'Observatoire de Paris qu'à celui de Marseille, huit observations équatoriales. C'est en partant de ces huit observations que j'ai calculé les éléments suivants :

Époque 1874, avril 17,0, temps moyen de Greenwich.

Anomalie moyenne........	35°. 4′.10″,6	
Longit. du périhélie.......	122.55.29,8	Équinoxe moyen de 1874,0.
Long. du nœud ascendᵗ...	31.41.41,3	Équinoxe moyen de 1874,0.
Inclinaison..............	8.17.28,2	Équinoxe moyen de 1874,0.
Angle (sin = excentricité)..	3.35.47,8	
Moyen mouvement diurne..	776″,368	
Log a..................	0,439959	

» La comparaison des observations aux positions fournies par ces éléments m'a donné

1872. Nov.	5.....	$d\alpha = -11'',7$	$d\delta = +10'',3$
	9.....	− 0,3	+ 0,3
	22.....	+ 1,2	+ 3,8
	28.....	+ 8,9	+ 3,6
Déc.	23.....	−10,0	− 1,1
	26.....	− 7,5	+ 0,4
	29.....	− 0,4	+ 8,5
1873. Janv.	2.....	+ 5,2	+ 9,5

» Comme on le voit, la différence la plus forte est la première, mais l'observation du 5 novembre, jour de la découverte, avait été contrariée par un temps très-défavorable.

» Au moyen des éléments ci-dessus, j'ai ensuite calculé l'éphéméride suivante :

Éphéméride pour midi moyen de Greenwich.

	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log Δ.
1874. Mai 1....	9ʰ.54ᵐ.52ˢ,9	+20°.13′.33″	0,3436
2....	55.25,9	20. 6.22	0,3461
3....	56. 0,0	19.59. 7	0,3486
4....	56.35,4	51.47	0,3511
5....	57.11,9	44.23	0,3536
6....	57.49,5	36.55	0,3561
7....	58.28,2	29.22	0,3586
8....	59. 8,0	21.44	0,3611
9....	9.59.48,9	14. 3	0,3636
10....	10. 0.30,9	19. 6.18	0,3661

	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	log Δ.
	h m s	° ′ ″	
1874. Mai 11.....	10. 1.13,9	18.58.29	0,3685
12.....	1.57,9	50.36	0,3709
13.....	2.43,0	42.39	0,3733
14.....	3.29,1	34.38	0,3757
15.....	4.16,2	26.34	0,3781
16.....	5. 4,2	18.26	0,3805
17.....	5.53,2	10.14	0,3829
18.....	6.43,1	18. 1.58	0,3853
19.....	7.33,8	17.53.37	0,3876
20.....	8.25,4	45.14	0,3900
21.....	9.17,9	36.47	0,3923
22.....	10.11,3	28.17	0,3946
23.....	11. 5,5	19.44	0,3969
24.....	12. 0,5	11. 8	0,3992
25.....	12.56,4	17. 2.28	0,4015
26.....	13.52,9	16.53.45	0,4038
27.....	14.50,1	44.59	0,4060
28.....	15.48,1	36.10	0,4082
29.....	16.46,8	27.17	0,4104
30.....	17.46,3	18.21	0,4126
31.....	10.18.46,5	16. 9.23	0,4148

» La planète a été retrouvée par MM. Henry, dans la nuit du 17 avril, et la correction de l'éphéméride était, ce jour-là,

En Æ $+2^{m}43^{s}$, en δ $-16'$.

» La grandeur de la planète était 11,5 faible. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi élémentaire des actions électrodynamiques.* Note de M. **J. Moutier**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville. (Extrait.)

« Ampère a expliqué les phénomènes électrodynamiques au moyen d'une loi élémentaire qui repose sur la considération de trois cas d'équilibre convenablement choisis. M. Bertrand a fait voir récemment que le nombre des expériences fondamentales se réduit à deux (1). L'auteur de la *Théorie des phénomènes électrodynamiques* avait ainsi écarté toute hypothèse relative à la nature intime des phénomènes; mais cependant, sous l'influence des découvertes de Fresnel, il s'était préoccupé des analogies que présentent

(1) *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 733.

la lumière et l'électricité ; il avait exposé même quelques vues théoriques sur l'action mutuelle des courants. Dans ces dernières années, M. de Colnet d'Huart et M. Renard ont rattaché les phénomènes électrodynamiques à la théorie de l'élasticité et ont retrouvé par des voies différentes la formule d'Ampère.

» Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, j'ai pris pour point de départ les considérations exposées par Ampère, et j'ai cherché à les formuler, au point de vue mécanique, en regardant l'électricité comme le résultat d'un mouvement vibratoire de l'éther. En suivant cet ordre d'idées, j'ai cherché déjà l'explication de quelques phénomènes électriques (1) ; dans ce travail, je me suis occupé des actions électrodynamiques.

» I. Si l'on considère le courant électrique comme un mouvement transmis par l'éther du conducteur, l'intensité du courant est alors mesurée par la quantité de mouvement de l'éther rapportée à l'unité de longueur du conducteur.

» En projetant la vitesse dont l'éther est animé sur trois directions rectangulaires, on est conduit immédiatement à remplacer le courant par ses projections sur ces trois directions.

» II. Considérons d'abord deux éléments de courant ds et ds' parallèles entre eux et perpendiculaires à la droite qui les joint. Soient i et i' les intensités de ces courants, r leur distance.

» En un point de l'un des conducteurs ds, l'éther est animé de deux vitesses : l'une est due au courant ds lui-même, l'autre provient du courant ds'. En admettant que la vitesse de l'éther se propage autour de chaque conducteur traversé par un courant d'après la même loi que dans la théorie des ondulations, on peut déterminer la vitesse relative de l'éther en un point de chaque conducteur. L'éther exerce en ce point une pression proportionnelle au carré de sa vitesse relative ; l'analyse de ces pressions montre qu'il s'exerce entre les deux courants élémentaires une action réciproque, dirigée suivant la ligne de jonction, attractive ou répulsive suivant que les courants sont de même sens ou de sens contraire, ayant pour expression

$$2\frac{i\,ds\,i'\,ds'}{r^2}.$$

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p 299. — *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVI, p. 108. — *Bulletin de la Société philomathique*, t. X, p. 54. — *L'Institut*, 10 mars 1874.

» III. Considérons maintenant le cas où les deux éléments de courant sont situés sur le prolongement l'un de l'autre.

» On peut assimiler le phénomène qui se passe dans l'un des conducteurs au mouvement d'un fluide qui posséderait des vitesses égales aux vitesses relatives de l'éther en chaque point du conducteur. En appliquant alors le théorème de Bernoulli, la différence des pressions qui s'exercent aux extrémités du conducteur élémentaire correspond à une action réciproque, dirigée suivant la ligne qui joint les éléments, attractive ou répulsive suivant que les courants sont de sens contraire ou de même sens, ayant pour expression

$$\frac{i\,ds\,i'\,ds'}{r^2}.$$

» IV. Il est facile de passer au cas de deux courants élémentaires situés d'une manière quelconque en décomposant les deux courants, comme on le fait habituellement.

» Soient θ et θ' les angles de ds et de ds' avec la ligne de jonction des deux éléments; ε l'angle que forment les plans menés par la ligne de jonction et par chacun des éléments. Pour trouver l'action des deux courants élémentaires, il suffit d'examiner les actions mutuelles suivantes :

» 1° L'action de deux courants parallèles perpendiculaires à la ligne de jonction. Cette action, d'après ce qui précède, a pour valeur

$$f = 2\,\frac{i\,ds\,i'\,ds'}{r^2}\sin\theta\sin\theta'\cos\varepsilon.$$

» 2° L'action de deux courants situés en ligne droite. Cette action, d'après ce qui précède, a pour valeur

$$f' = \frac{i\,ds\,i'\,ds'}{r^2}\cos\theta\cos\theta'.$$

» 3° Les actions des autres courants provenant de la décomposition de ds et de ds'. Ces actions sont nulles dans la théorie précédente.

» L'action mutuelle des deux courants est alors

$$F = f - f'.$$

» On retrouve ainsi la formule d'Ampère multipliée par 2; on sait qu'il faut multiplier cette formule par 2 pour faire coïncider les intensités des courants dans l'électrodynamique et dans l'électromagnétisme.

» V. Le travail qui résulte du déplacement de deux conducteurs traversés

par des courants d'intensité constante se déduit, comme on sait, de la formule d'Ampère.

» Des considérations géométriques montrent que, dans le cas des courants fermés, le travail élémentaire entre les deux courants $d\varpi$ ne dépend que des forces f'. Il a pour expression

$$d\varpi = - ii'dW,$$

où W représente la fonction que M. Helmholtz appelle le *potentiel relatif* à l'action mutuelle des deux courants, lorsque les intensités sont égales à l'unité.

» VI. La loi d'Ampère ne s'applique pas aux phénomènes d'induction. Les considérations précédentes permettent d'aborder l'étude de ces phénomènes. Il y a deux cas à distinguer, suivant que l'induction est produite par un changement d'intensité ou par le mouvement des conducteurs :

» 1° Soient deux courants fermés s et s', dont les intensités soient i et i'. Si l'intensité du courant s' augmente et devient $i' + di'$, la vitesse relative de l'éther dans le conducteur s éprouve une variation qui correspond à un courant d'induction dans ce conducteur, et la demi-variation de la force vive de l'éther de ce conducteur a pour valeur

$$W i di'.$$

» On retrouve ainsi l'expression connue du travail relatif à ce phénomène d'induction.

» 2° Si, au contraire, l'intensité du courant s' restant constante, le conducteur s' se rapproche de s, il en résulte également une variation de la vitesse de l'éther dans le conducteur s; ce changement de vitesse correspond à un courant d'induction dans ce conducteur, et la demi-variation de la force vive de l'éther du conducteur a pour valeur

$$ii'dW.$$

» On retrouve aussi une expression connue. La demi-variation de force vive de l'éther est égale au travail élémentaire $d\varpi$ qui résulte du mouvement du conducteur s' pris avec le signe contraire. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives aux expériences de M.* Tyndall, *sur la transparence et l'opacité acoustiques de l'atmosphère.* Note de M. **Baudrimont**, présentée par M. Peligot.

« Le principal fait observé par M. Tyndall consiste en ce que, par un temps calme, et l'atmosphère étant d'une transparence parfaite au point

de vue optique, il est arrivé que le son rendu par des instruments d'une grande puissance et même le bruit du canon s'éteignaient à une distance trois et même quatre fois plus faible que celle à laquelle ils parvenaient dans des circonstances qui paraissaient beaucoup moins favorables.

» M. Tyndall a émis l'opinion que l'extinction du son, dans la condition qui vient d'être signalée, pouvait avoir pour cause des mélanges imparfaits et inégaux d'air et de vapeur d'eau, formant dans l'atmosphère des espaces à différents degrés de saturation, et qu'aux surfaces limites de ces espaces, quoique invisibles, il devait y avoir les conditions nécessaires pour produire des échos partiels et, par conséquent, une réflexion et une perte de son (1).

» L'existence d'un écho qui paraît être attribué à la réflexion du son sur la surface de la couche aérienne, invisible, qui ne transmettait pas le son, a d'ailleurs été observée et a paru confirmer l'origine hypothétique de l'extinction de ce dernier.

» Les faits qui viennent d'être exposés méritent un intérêt considérable, parce qu'ils se rattachent à un système de signaux acoustiques destinés à remplacer ceux donnés par les phares lumineux, afin de servir de guides aux navires lorsqu'un brouillard ou des vapeurs épaisses, imperméables à la lumière, ne permettent pas qu'ils soient aperçus.

» L'explication donnée au phénomène de l'extinction acoustique peut être vraie; mais elle ne paraît pas suffisamment démontrée pour qu'elle puisse être admise sans qu'on la soumette à un examen spécial; car, jusqu'à ce que l'on en ait obtenu une démonstration suffisante, il sera permis de la mettre en doute.

» En effet, on comprend difficilement que, par un temps calme, il s'élève des nappes ou même de simples colonnes verticales d'air, chargées de quantités d'humidité fort différentes.

» On conçoit, au contraire, que l'air saturé d'humidité à la surface de l'eau transmet cette humidité de proche en proche et de bas en haut, et que ce sont plutôt des couches horizontales d'air, contenant des quantités variables d'humidité, que des couches verticales qui doivent se produire.

» On ne comprend pas bien non plus, dans la théorie qui a été exposée, pourquoi les couches contenant des quantités variables d'humidité ne se produiraient qu'à une certaine distance du rivage et pourraient ainsi

(1) *Les Mondes*, numéro du 9 avril, p. 653.

donner naissance à une paroi verticale qui réfléchirait le son et produirait les échos qui ont été observés.

» Si la paroi réfléchissante à laquelle on attribue ces échos existe réellement, il est indispensable de lui attribuer une autre origine.

» La vitesse du son dans l'air humide doit être plus grande que dans l'air sec, parce que ce dernier est plus dense que le premier. Sans faire intervenir la formule de Laplace, si l'on prend simplement celle de Newton, exprimant la vitesse du son dans les fluides élastiques, on a

$$v = \sqrt{\frac{e}{d}} \text{ qui donne } v^2 d = e;$$

d'où l'on déduit que les densités des fluides élastiques sont en raison inverse du carré de la vitesse du son dans ces mêmes fluides.

» Si l'air reposant sur l'eau de la mer est saturé d'humidité à sa partie inférieure, et si cette humidité va en décroissant à mesure que l'air s'élève au-dessus de la surface de l'eau, on comprend que le son parcourra l'espace avec plus de rapidité dans les couches inférieures que dans les couches supérieures.

» La vitesse du son variant avec la densité de l'air et devenant d'autant plus grande que celle-ci diminue en se rapprochant de la surface de l'eau, il en résulte qu'un rayon sonore, incliné de haut en bas, en partant de sa source, ne s'éloignerait point en ligne droite, mais en parcourant une ligne courbe qui irait en se relevant et qui, à une certaine distance de son origine, deviendrait horizontale. Les ondes sonores se trouvant déformées par ce fait finiraient par s'éteindre, ou au moins par ne plus produire un son.

» Pour bien comprendre ce qui vient d'être exposé, il faut prendre en considération que le son n'est pas seulement dû aux ondes *évasives* ou s'éloignant de son origine et devant leur existence à une propulsion, mais qu'il leur faut le concours des ondes *invasives*, produites par le mouvement inverse du corps vibrant, ainsi que je l'ai signalé à l'attention des savants (1), et que je me suis efforcé de le démontrer (2).

» Lorsque les ondes évasives sont devenues horizontales, les ondes invasives ne peuvent plus coïncider avec elles au delà de ce lieu, et il en résulte forcément l'extinction du son.

» Pour ce qui est relatif à la couche verticale à laquelle on a attribué l'origine des échos, il est probable qu'elle est due à des courants qui

(1) *Comptes rendus*, t. XXXIII, p. 428; 1851.

(2) *Mémoire de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*; 1864.

existent dans le pas de Calais. Ce sont ces courants, venant de localités fort distinctes, qui entraînent probablement avec eux des masses d'air qui peuvent différer beaucoup par leur température, leur degré d'humidité et leur densité de celles qu'elles rencontrent dans le détroit où le phénomène a été observé.

» A Bordeaux, lorsque la température du continent diffère sensiblement de celle de l'Océan, on observe journellement des variations de température qui sont dues à des masses d'air entraînées par les eaux du fleuve dont le cours change complétement quatre fois par jour.

» Les courants d'air, déterminés par le mouvement de l'eau qui les entraîne, agissent d'autant plus efficacement pour réfléchir le son, qu'ils présentent des différences les uns à l'égard des autres non-seulement au point de vue de la quantité d'eau qu'ils tiennent en dissolution, mais aussi à celui de la température; d'où il résulte que les densités et par suite la vitesse du son peuvent présenter de plus grandes différences.

» J'ose espérer que M. Tyndall, dont le génie scientifique est apprécié par tous à sa haute valeur, ne verra, dans les observations qui précèdent, qu'un moyen que je lui offre de vérifier des faits qui ont la plus haute importance. »

BALISTIQUE. — *Études sur les propriétés des corps explosibles;* par M. **T.-A. Abel**. Deuxième Mémoire (Extrait) (1).

« Les recherches qu'on va publier dans ce Mémoire sont la suite de celles qui ont été décrites dans le Mémoire sur les agents explosibles, publié en 1869 (2); elles ont principalement pour but l'examen des conditions à remplir pour déterminer la détonation des substances explosibles, et les circonstances et les résultats qui accompagnent la *transmission* de la détonation.

» Le caractère exceptionnel que présentent certains corps explosibles au point de vue de leur aptitude à provoquer, par leur explosion, la détonation d'autres substances, déjà examinée et démontrée dans le Mémoire précédent, a été confirmé par de nouvelles expériences. La susceptibilité de certaines substances, quand on les soumet aux effets de la détonation

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

(2) Voir *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 105.

de certains composés, et leur inertie remarquable sous l'influence de la détonation de certains autres composés, qui d'ailleurs ne sont pas inférieurs aux premiers, quant à la force mécanique et à la chaleur développées par leur explosion, ont amené l'auteur à la conclusion qui s'y trouve énoncée et qu'on rappelle ici. Une similitude de caractère ou synchronisme dans les vibrations développées par l'explosion de certaines substances pourrait favoriser la détonation d'une substance par la détonation initiale d'une petite quantité d'une autre, tandis qu'à défaut d'un tel synchronisme une détonation initiale bien plus puissante ou l'application d'une force bien plus considérable serait nécessaire pour effectuer cette détonation par influence. Cette hypothèse, qui a été favorablement accueillie comme servant à expliquer d'une manière rationnelle l'anomalie apparente des faits cités, semble avoir reçu un nouvel appui des expériences de MM. Champion et Pellet sur l'iodure d'azote et d'autres composés explosibles, démontrant que l'explosion de certains corps sensibles ne peut être déterminée que par les vibrations d'un son d'une élévation donnée, et que l'explosion d'une substance donnée ne détermine le chant que des flammes sensibles qui représentent certaines notes d'une gamme, les autres flammes de la gamme étant mises en action par une explosion beaucoup plus forte de la même substance, ou par une explosion faible produite par un autre corps.

» MM. Champion et Pellet ont fait des expériences sur la transmission de la détonation à l'iodure d'azote à des distances considérables au moyen de tubes. M. Pranzl, capitaine du Génie autrichien, a aussi fait quelques expériences, d'un caractère purement pratique, sur la transmission de la détonation par l'explosion d'une charge de dynamite à des cartouches de dynamite, séparées par des intervalles dans des tubes de fer. M. Abel a cru que des expériences systématiques sur la transmission de la détonation au moyen de tubes et en faisant usage d'agents explosibles d'une sensibilité moins grande, mais d'une composition plus uniforme et plus constante que celle de l'iodure d'azote, pourraient contribuer à préciser la manière dont se comportent les substances explosibles sous l'influence de détonations produites sous des conditions diverses.

» Il expérimenta d'abord avec des tubes en fer forgé de 25 à 101 millimètres de diamètre et de 153 millimètres à $2^{m},12$ de longueur. Il employa comme agents explosibles la poudre-coton dans des conditions mécaniques diverses, la dynamite, le fulminate de mercure et certaines préparations qui contenaient ce dernier comme ingrédient.

» Entre autres résultats intéressants obtenus dans le cours de ces expériences on reconnut, entre le coton-poudre et le fulminate de mercure, quant à la transmission de la détonation de l'un à l'autre, un manque de réciprocité dans leur mode d'action, semblable à celui qu'on avait déjà observé avec la nitroglycérine, le chlorure d'azote et le coton-poudre. Ces expériences montrèrent aussi que les conditions changent d'une manière remarquable, lorsqu'on dépasse certaines limites dans la quantité de substance employée comme *détonateur* initial. Ainsi, pour faire détoner du coton-poudre inséré dans l'une des extrémités d'un tube en fer qui n'avait que 152 millimètres de longueur et 25 millimètres de diamètre, il ne fallut pas moins de 7 grammes de fulminate de mercure fortement renfermé. Or cette charge est 50 fois plus forte que celle qui suffit pour assurer la détonation du coton-poudre comprimé, lorsqu'il est en contact immédiat avec le fulminate en explosion. D'un autre côté, la détonation de 7 grammes de coton-poudre comprimé et mis dans l'une des extrémités d'un conduit composé de deux tubes de fer placés bout à bout et mesurant ensemble $2^m,128$ de longueur et ayant chacun 31 millimètres de diamètre, fit détoner du fulminate inséré dans l'autre extrémité, tandis que pour provoquer la détonation du coton-poudre à travers un conduit de mêmes dimensions que ce dernier, il fallut 14 grammes de fulminate de mercure renfermé. De plus, 7 grammes de cette substance suffirent à peine pour développer la détonation à travers un tube d'un plus petit diamètre et qui n'avait que 152 millimètres de longueur, et 10 grammes pour la transmettre à travers un tube semblable de 525 millimètres de longueur seulement.

» Ces exemples suffisent pour indiquer la direction des résultats instructifs obtenus dans cette série d'expériences.

» Quelques expériences sur une échelle relativement grande, avec les matières explosibles dont on vient de parler, ont été faites pour constater l'influence de *la matière composant le tube* sur l'effet produit. On a obtenu aussi des résultats frappants, en interposant sur le parcours de l'onde gazeuse des obstacles très-légers, des flocons de coton non tassé par exemple, qui contrariaient la transmission de la détonation, qui était certaine, d'ailleurs, quand le passage n'était pas obstrué par ces faibles obstacles.

» Mais ces points ont été examinés plus en détail dans une série d'expériences exactes, faites sur une petite échelle avec du fulminate d'argent : les tubes employés étaient de même diamètre et de même épaisseur, mais ils variaient en longueur et étaient faits de matières différentes, savoir : verre, étain, laiton, papier, caoutchouc vulcanisé. Tout d'abord, les résul-

tats obtenus semblent montrer une différence considérable entre les tubes de matière différente relativement à leur aptitude à favoriser la transmission de la détonation; les tubes de verre étaient bien supérieurs aux autres à cet égard. Mais des expériences ont établi que cette différence n'est pas due, à un degré décisif, aux propriétés physiques : sonorité, élasticité, particulières à la substance des tubes, mais spécialement et surtout aux différents degrés d'aspérité de leur surface intérieure, et par conséquent à la diverse résistance opposée par ces surfaces à l'onde gazeuse. Ainsi, en revêtant d'une très-légère couche de blanc d'Espagne la surface intérieure d'un tube de verre, on a réduit d'environ deux tiers son aptitude à favoriser la transmission de la détonation, tandis que la facilité de transmission à travers un tube de laiton a été presque doublée en polissant ce tube à l'intérieur, et qu'elle a été triplée dans un tube de papier, quand on a revêtu son intérieur de papier glacé.

» Voici quelques-uns des faits établis par ces expériences relativement à la transmission de la détonation dans les tubes.

» 1. La distance à laquelle la détonation peut se transmettre, au moyen d'un tube, à une masse distincte de matière explosible est subordonnée aux conditions suivantes :

» *a*. A la nature et à la quantité de la substance employée comme *détonateur* initial, ainsi qu'à la nature de la substance qu'on veut faire détoner, mais non pas à la quantité de celle-ci ni à l'*état mécanique* dans lequel elle est exposée à l'action de la détonation;

» *b*. Au rapport qui existe entre le diamètre du détonateur, celui de la charge qu'on veut faire détoner, et celui du tube employé;

» *c*. A la ténacité ou à la roideur de la matière qui compose le tube, et, par suite, à la résistance qu'il offre à la transmission latérale de la force développée à l'instant de la détonation : cette dernière condition ne paraît pas affecter d'une manière importante les résultats produits par les détonations sur une petite échelle; mais l'influence en devient décidément manifeste dans les opérations faites sur une plus grande échelle;

» *d*. Au degré d'aspérité de la surface intérieure du tube employé pour transmission de la détonation, ou en d'autres termes au degré de résistance opposé aux ondes gazeuses, et, par conséquent, à la quantité de force dépensée pour vaincre le frottement du gaz sur les parois du tube ou tout autre obstacle introduit dans ce dernier;

» *e*. Au degré de perfection du conduit et aux positions assignées au *détonateur* et à la charge qu'on veut faire détoner. Si le tube est fendillé ou

agrandi soit à l'endroit de la détonation, soit à tout autre endroit; s'il est endommagé par les effets d'une détonation antérieure, par exemple, ou s'il y existe même une légère solution de continuité, il en résulte une diminution proportionnelle dans l'étendue de la transmission de la force. Si l'agent détonant, ou la substance qu'on veut faire détoner, est placé à l'orifice du tube au lieu d'être inséré dans ses extrémités, il est évident que les conditions deviennent comparativement défavorables à la transmission de la détonation. D'un autre côté, si l'on introduit l'agent détonant à quelque distance dans l'intérieur du tube ou si on l'insère dans l'extrémité, la perte de force par la dispersion latérale étant diminuée, l'onde gazeuse conserve sa force de détonation à une plus grande distance du point de départ.

» **2.** Abstraction faite de la solidité ou du pouvoir de résister à un déchirement ou à une désagrégation, la nature de la matière dont se compose le tube à travers lequel la détonation est transmise semble, en général, autant qu'il a été possible d'en juger par l'expérience, ne pas exercer d'influence importante sur le résultat. En tout cas, les différences provenant du degré de poli de l'intérieur des tubes sont bien plus importantes que celles qui peuvent résulter des variations dans la nature des substances dont ces tubes sont formés.

» Dans les expériences faites au moyen des tubes avec du coton-poudre, la masse sur laquelle on opérait a fait *explosion*, mais avec un effet relativement peu destructif, si même il l'était à un degré quelconque, des portions de coton-poudre étant en même temps dispersées ou quelquefois simplement enflammées. De même, l'explosion du fulminate de mercure au moyen d'une détonation transmise s'est faite, dans bien des cas, d'une manière tout à fait distincte de la violente détonation développée dans d'autres cas. Le fulminate d'argent qui, dans les circonstances ordinaires, détone toujours violemment, alors même qu'une seule particule de la masse est soumise à une influence perturbatrice suffisante, a fait explosion par l'action transmise d'une détonation de fulminate de mercure, sans produire les résultats destructifs habituels. Dans ces cas, la violence du choc était simplement voisine de celle qui est nécessaire au développement de la détonation, et il paraît fort probable que quelques faibles parties de la masse seulement se trouvaient dans la position favorable à l'action de la force explosive transmise par le tube; le reste de la masse était alors dispersé par les gaz résultant de la portion qui avait détoné; quelquefois les particules étaient enflammées, d'autres fois elles échappaient même à l'ignition. Ce dernier cas semble toujours être celui du coton-poudre, lorsque l'explosion en est

causée par un coup de marteau ou par la chute d'un poids. La concentration de la force appliquée sur quelque point de la masse paraît inévitable, même dans les expériences le plus soigneusement préparées; d'où il résulte qu'il n'y a qu'une faible portion de la masse qui détone réellement, le reste étant dispersé à l'instant par les gaz qui se développent, tout à coup, au moment où le poids atteint le support et vient reposer sur lui. Cela a été mis en évidence par une série d'expériences conduites avec le plus grand soin avec des masses cylindriques de coton-poudre comprimé, toutes de même poids et de mêmes dimensions, que l'on a placées entre des plaques de laiton polies, sur une enclume bien horizontale, et qu'on a soumises au choc d'un poids de $22^{kg},70$ maintenu horizontalement par des guides pendant qu'il tombait d'une hauteur déterminée. En faisant tomber le poids d'une hauteur de $0^{m},914$, les petits disques de coton-poudre ont été comprimés et réduits au tiers de leur longueur antérieure, mais il n'y a pas eu explosion : une chute de $1^{m},828$ n'a produit qu'une légère détonation, la plus grande partie du coton-poudre étant dispersée; en élevant beaucoup plus la hauteur de la chute, une partie un peu plus considérable de la substance a détoné; mais, même en laissant tomber le poids de la plus grande hauteur disponible, $11^{m},883$, il n'a détoné qu'une faible partie de coton-poudre, le reste étant violemment dispersé dans un état de grande division.

» Une série d'expériences a été faite avec des disques, ou des tablettes de coton-poudre comprimé, librement suspendus en l'air ou placés contre des supports verticaux en fer ou en bois. Ces disques, à surface plane, et sur lesquels on tirait avec une carabine à des distances de $36^{m},57$ à $91^{m},43$, ont fourni des exemples frappants de la manière dont les variations du choc reçu par la masse affectent les résultats obtenus; car, selon les circonstances, tantôt cette masse était perforée sans ignition, tantôt elle était enflammée, et tantôt elle faisait explosion en partie ou en totalité.

Les explosions produites dans ces expériences, ainsi que quelques-uns des résultats obtenus avec des tubes, sont tout à fait distincts de la détonation; l'effet sonore en est décidément différent, et il ne se produit pas des effets destructifs égaux à ceux fournis par de bien moindres quantités de coton-poudre. Une constatation importante de la différence qui existe entre l'explosion et la détonation a été obtenue dans le cours des expériences subséquentes, qui ont été faites en vue de déterminer la vitesse avec laquelle se transmet la détonation à travers les tubes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'emploi de l'oxygène mêlé à l'air atmosphérique dans la respiration*. Note de M. A. GAUDIN.

« A propos des effets très-remarquables de la respiration de l'air atmosphérique enrichi de gaz oxygène, constatés par MM. Crocé-Spinelli et Sivel pendant leur dernière ascension aérostatique, je rappellerai que j'ai obtenu des résultats analogues, il y a déjà bien longtemps.

» Ce fut en 1832, à l'occasion de la grande épidémie du choléra. Un jeune médecin m'employa pour faire respirer aux cholériques de l'ambulance de la rue Grange-Batelière du gaz oxygène pur, afin d'aider à produire la réaction. Nous opérions sur des malades arrivés à la dernière période, et nous en sauvâmes quelques-uns par l'emploi de ce moyen.

» Aussitôt il vint à l'idée de M. Touzet de créer un établissement pour faire respirer l'air enrichi d'oxygène, *comme préservatif du choléra,* et il me chargea d'en prendre la direction.

» Dans l'intervalle, le choléra disparut, et l'on ne fit que quelques essais isolés à l'aide des appareils que j'avais montés.

» M. Touzet prépara un mélange, à parties égales, d'air atmosphérique et d'oxygène, extrait du peroxyde de manganèse, et le fit respirer à quelques personnes qui en éprouvèrent l'effet produit par le vin de Champagne.

» De mon côté, je fis à plusieurs reprises la même expérience sur moi-même à l'aide d'un ajutage bien approprié; et, chaque fois, j'obtins un résultat analogue, c'est-à-dire un bien-être extraordinaire, qui m'ôtait toute envie de respirer de nouveau, si bien que, en fermant la bouche et me pinçant le nez, je pouvais rester plus de cinq minutes sans éprouver la moindre sensation de suffocation.

» Rien ne serait plus facile que de répéter cette expérience pour en constater toute la portée; il pourrait en résulter une application très-importante pour le service des plongeurs employés dans la visite et le sauvetage des bâtiments, et surtout pour les pêcheurs d'éponges, de corail et de perles, si, à l'aide d'un moyen aussi simple, on pouvait largement tripler et quadrupler la durée du séjour des plongeurs dans la mer. »

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Sur une sépulture des anciens Troglodytes des Pyrénées, superposée à un foyer contenant des débris humains associés à des dents sculptées de Lion et d'Ours.* Note de MM. **L. Lartet** et **Chaplain-Duparc**, présentée par M. de Quatrefages.

« Vers les limites méridionales de la Chalosse et dans le voisinage du pays basque et du Béarn, les deux principaux affluents de l'Adour, le Gave de Pau et celui d'Oloron, isolent, avant de se rejoindre aux environs de Peyrehorade, un promontoire rocheux qui domine à la fois leurs deux vallées.

» Le redressement des couches nummulitiques, qui constituent ce relief, en rend les abords escarpés du côté du Gave d'Oloron, près du village de Sorde. C'est au pied de ces escarpements qu'un infatigable archéologue de Dax, M. Raymond Pottier, avait découvert, il y a deux ans, des traces de séjour de ces *chasseurs de Rennes*, dont les Pyrénées et le Périgord ont conservé de si intéressants vestiges.

» Dans un abri de 9 mètres de long sur 2 mètres de profondeur, resté ignoré jusqu'à ce jour, caché qu'il était sous un épais talus, nous avons trouvé à deux niveaux différents des débris humains associés à des outils de pierre et d'os dans des conditions curieuses qui nous paraissent mériter d'être soumises à l'appréciation de l'Académie.

» Sur le calcaire nummulitique, calciné et désagrégé, qui forme le sol de la grotte, gisait un squelette humain associé à des silex taillés ainsi qu'à une cinquantaine de canines d'Ours et de Lion, percées pour la plupart d'un trou de suspension. Une vingtaine de ces dents portaient, gravées au silex, des lignes ornementales dont on retrouve les analogues dans les stations préhistoriques de la Madelaine et de Laugerie, dans le Périgord. La plupart de ces dernières montraient, en outre, des traits paraissant figurer des flèches barbelées, signes qui semblent caractériser notre station; enfin quelques-unes de ces canines étaient délicatement sculptées et nous ont offert des représentations de Poissons et de Phoques.

» Tous ces objets étaient immédiatement recouverts par une couche noire de 60 centimètres à 1 mètre d'épaisseur, composée de cendres, de galets de rivière, d'ossements cassés de Bœuf, de Cheval, de Cerf et de Renne et de silex taillés suivant les types communément répandus dans les stations de la fin de l'âge du Renne en Périgord.

» Dans ce *foyer noir* se trouvaient divers instruments en os ainsi que des débris de flèches barbelées, semblables à celles des stations que nous ve-

nons de citer. On peut donc, sans hésitation, rapporter cette couche à l'*âge du Renne*.

» Nous en dirons autant de celle qui lui est immédiatement superposée et n'en est séparée que par une mince couche d'*Helix nemoralis*, indiquant l'abandon momentané de l'abri par les chasseurs de Rennes. Ce second foyer brun, de 60 à 75 centimètres d'épaisseur, renferme les mêmes ossements et les mêmes silex que le précédent, mais en bien plus petit nombre.

» Immédiatement au-dessus, et plus spécialement groupés vers l'encoignure septentrionale de l'abri, étaient entassés une trentaine de squelettes humains, remués, à la partie supérieure, par les Renards et les Blaireaux (qui ont depuis prolongé leurs terriers jusqu'au fond de cette cavité), mais conservant, vers la base de l'ossuaire, leurs relations articulaires.

» Des poinçons en os, rappelant par leurs formes ceux que l'on trouve dans les grottes pyrénéennes de l'*âge de la pierre polie*, des amulettes et des silex, étaient mêlés à ces débris humains. Quelques-uns de ces silex rappellent, par la perfection de leur taille, les belles lames du Danemark, des *longs barrows* de l'Angleterre et des dolmens. Deux d'entre eux portent des traces de polissage; et, ce qu'il y a de singulier, c'est que le plus beau, qui est à section triangulaire et a la forme d'un poignard, paraît avoir été poli avant de recevoir les retouches sinueuses qui lui donnent un aspect si élégant, comme si le polissage avait été pratiqué seulement dans le but de faciliter une taille plus parfaite.

» Un crâne de femme portait la trace d'une blessure comparable à celle reçue par la femme dont les débris ont été recueillis à Cro-Magnon. Nos squelettes de Sorde paraîtraient d'ailleurs, d'après l'examen qu'a pu en faire M. Hamy, au laboratoire d'Anthropologie du Muséum, se rattacher, par leurs principaux caractères, à la race de Cro-Magnon.

» Voilà donc une race humaine que nous trouvons dans le Périgord, associée au Mammouth, au Lion et au Renne, d'abord à l'âge des flèches d'os triangulaires (Cro-Magnon), puis à celle caractérisée par les flèches d'os barbelées et les représentations d'animaux (la Madeleine, Laugerie), et qui, après s'être montrée, à la base de notre abri de Sorde, en pleine phase artistique, comme à la Madeleine, se retrouve encore, vers la partie supérieure du même abri, avec des armes de silex, que leur taille perfectionnée et leur commencement de polissage font classer dans l'âge de la pierre polie.

» Aurions-nous rencontré ici le passage tant cherché dans nos régions,

de l'*âge de la pierre éclatée* à l'*âge de la pierre polie*? Cela n'est guère probable; mais ne devra-t-on pas conclure des faits qui précèdent que les perfectionnements industriels n'impliquent pas toujours des changements de races, et que l'étude isolée des restes humains, aussi bien que celle de leur outillage, ne suffisent point à établir une bonne classification chronologique de ces sortes de gisements?

» Il nous semble que si l'on veut apprécier sainement la succession des époques pour lesquelles nous font défaut les documents historiques, on devra retourner aux méthodes paléontologiques et continuer à compter le temps écoulé d'après les changements de faune qu'entraînent les changements de milieu. »

« M. DE QUATREFAGES ajoute qu'il a examiné à son tour avec grand soin les ossements humains recueillis par MM. Lartet et Chaplain. Ses appréciations ont été exactement semblables à celles de M. Hamy. Il est impossible de ne pas reconnaître, soit sur les têtes, soit sur les os des membres qui ont été conservés, la plupart des caractères les plus frappants dont le vieillard de Cro-Magnon présente l'exagération. La belle trouvaille de MM. Lartet et Chaplain ajoute donc un fait, et un fait des plus importants, à ceux dont MM. de Quatrefages et Hamy ont communiqué naguère le résumé à l'Académie, et elle vient à l'appui de toutes leurs conclusions. »

M. GOULIER adresse quelques observations à l'appui de sa Communication précédente « Sur des cadrans orométriques applicables aux baromètres de poche ».

« J'ai eu l'honneur de présenter, lundi dernier, à l'Académie, un baromètre de poche orométrique et un Mémoire relatif au tracé de son cadran et aux erreurs que son emploi comporte. Depuis dix ans j'étais en instance auprès de divers fabricants pour leur faire adopter ce mode de division du cadran. Or hier on m'a montré un cadran analogue usité en Angleterre, et tracé, paraît-il, sur les indications de l'amiral Fitzroy. Les divisions de ce dernier cadran correspondent à des lignes et à des pieds anglais. En traduisant ces indications en mesures métriques, je trouve, autant que la petitesse des divisions permet d'en juger, qu'il donne identiquement les mêmes résultats que le mien. Je suis heureux de signaler cette coïncidence, qui inspirera confiance dans les conventions que j'ai cru devoir adopter. »

Le P. **Denza** fait hommage à l'Académie d'une petite brochure relative aux observations des météores lumineux. Il accompagne son envoi des remarques suivantes :

« Cette brochure contient le programme adopté par l'Association italienne pour l'observation des étoiles filantes du 1er avril 1874 au 1er avril 1875.

» Un grand nombre d'observateurs volontaires, répartis dans dix-neuf villes différentes, se sont mis d'accord pour observer les météores lumineux *cinq* fois par mois, mais seulement pendant trois heures chaque fois, soit de 9 heures du soir à minuit, soit de minuit à 3 heures du matin.

» Plus de *dix mille* observations ont ainsi été faites l'année dernière, et un grand nombre d'essaims nouveaux ont été découverts.

» Les travaux de cette Association sont dirigés par le P. Denza et par M. Schiaparelli, et publiés dans l'*Annuaire de Milan*. L'exposé fait ressortir que la France paraît vouloir se joindre à l'Italie pour ces observations simultanées; l'École Normale de Barcelonnette a, en effet, observé suivant la méthode italienne et apporté un très-utile contingent au fonds commun. »

M. **Bulard** adresse une Communication sur les tremblements de terre qui se sont fait sentir à Alger le 28 mars 1874 et dans le courant du mois d'avril.

L'auteur fait remarquer que, dans la Note des *Comptes rendus*, relative aux secousses qui se sont produites à Alger le 28 mars, on s'est peu préoccupé de l'heure, bien que ce soit un des éléments les plus importants; l'heure permet en effet de déterminer la vitesse de propagation de l'onde d'un point à un autre. Or, le 28, à 10 heures du matin, l'horloge de la mosquée d'Alger avançait sur le temps moyen de 5 minutes 10 secondes; les heures indiquées ont donc besoin d'être corrigées de cette quantité. De même les durées sont exagérées.

De nouvelles secousses se sont fait sentir à Alger, le 11 avril à minuit, le 13 à 11 heures du matin et à 2 heures de l'après-midi, et le 15 à 1 heure du matin.

Le 11, une heure après le tremblement de terre ressenti à Alger, une secousse se produisait à Schaffhausen, et elle coïncidait avec un minimum barométrique observé à Alger.

M. **Paulet** adresse une Note dans laquelle il rappelle un texte établissant que, contrairement à l'opinion généralement adoptée qui attribue à

l'Anglais Kyan la première application, vers 1820, du bichlorure de mercure à la conservation des bois, le chimiste français Homberg avait déjà fait usage de ce procédé en 1705. On demandait alors à Homberg si le soufrage de l'eau, dans les voyages de long cours, ne préviendrait pas la décomposition de celle-ci, de même qu'il prévient les altérations du vin. Le savant académicien répond notamment que le soufre ajoute au vin un nouvel acide, « mais que cela ne pouvait avoir lieu pour l'eau qui ne » se gâte que par quelques matières étrangères qui y sont mêlées et qui » fermentent, ou que par des œufs de vers qui éclosent, soit que ces œufs » fussent dans l'eau même ou dans le bois des vaisseaux. Il faudrait » pour ce dernier cas une matière qui les empêchât d'éclore, sans gâter » l'eau.

» A cette occasion, M. Homberg ajouta que, une personne de qualité, » de Provence, ne sachant comment faire pour avoir du parquet que les » vers ne lui mangeassent pas en peu d'années, ainsi qu'il arrive en ce » pays-là, il lui avait conseillé de tremper son parquet dans de l'eau où » l'on aurait mêlé du sublimé corrosif, *ce qui avait très-bien réussi.* » (*Histoire de l'Académie*, volume de 1705, p. 38.)

M. F. Proth adresse une Lettre sur une nouvelle méthode de calcul; mais, comme il n'indique pas son procédé, l'Académie ne peut pas tenir compte de sa communication.

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1874.

(suite.)

Traité d'Analyse chimique à l'aide de liqueurs titrées; par le Dr F. Mohr; 2e édition française traduite sur la 4e édition allemande par C. Forthomme; fascicule 2. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. Figuier; 12e série : *Le sucre et la betterave*. Paris, Furne, Jouvet et Cie, 1874; grand in-8°, illustré.

Notice sur un cas de formation de fulgurites et sur la présence d'autres fulgurites dans le sol de la Néerlande; par M. P. HARTING. Amsterdam, Van der Post, 1874; in-4°.

La fréquence des variations de couleurs des étoiles dans la scintillation est généralement en rapport avec la constitution de leur lumière d'après l'analyse spectrale; par M. Ch. MONTIGNY. Bruxelles, F. Hayez, 1874; opuscule in-8°.

Exploration géologique du Canada. Alfred-R.-C. SELWYN, directeur : *Rapport des opérations de* 1870-1871. Ottawa, imp. J.-B. Taylor, 1873; in-8°.

Illustrated Catalogue of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College; n° VII : *Revision of the Echini; by* Alexander AGASSIZ; part III, texte et planches. University press, Cambridge, 1873; in-4°. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Royal Institution of Great-Britain 1873. *List of the members, officiers and professors, etc.* London, 1873; in-8°.

Proceedings of the Royal Institution of Great-Britain; vol. VIII, part 1, 2. London, 1873-1874; 2 n^{os} in-8°.

Journal of the chemical Society; ser. 2, vol. XI, november-december 1873. London, J. van Voorst, 1873; in-8°.

Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel; schester Theil, erstes Heft. Basel, 1874; in-8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik, etc.; Jahrgang 1871. Berlin, G. Beimer, 1874; in-8°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, etc.; zenhte Lieferung. Bern, in Commission bei J. Dalp, 1874; in-4°, avec atlas.

Ueber den taaglichen Gang der Temperatur in Bern; von A. WEILENMANN. Bern, sans date; br. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 AVRIL 1874.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. X, 2e série, année 1873. Paris, P. Asselin, 1874; 1 vol. in-8°.

Traité de Botanique conforme à l'état présent de la science; par J. SACHS, traduit sur la 3e édition allemande et annoté par Ph. VAN TIEGHEM; fascicules 6, 7. Paris, F. Savy, 1873; in-8°.

Aigues-Mortes. Son passé, son présent, son avenir. Essai géologique et historique; par M. Ch. MARTINS. Paris, J. Claye, 1874; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des Deux Mondes.*)

Vues nouvelles sur le choléra (cause, nature et traitement), avec une étude sur les injections faites dans les veines; par A. NETTER. Paris, Berger-Levrault et Cie, J.-B. Baillière, 1874; in-8°. (Renvoi au Concours Bréant, 1874.)

Maladies des chanteurs; par le Dr KRISHABER. Paris, G. Masson et P. Asselin, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales.*)

Pathologie comparée. De l'ostéomalacie chez l'homme et les animaux domestiques; par P. BOULEY. Paris, P. Asselin, 1874; br. in-8°.

Essai sur l'interprétation en Géométrie analytique des solutions imaginaires des équations; par A. TREMEAU. Verdun, imp. Ch. Laurent, 1872; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société philomathique.*)

Recherche toxicologique du phosphore; par M. J. LEFORT. Paris, imp. Martinet, 1874; br. in-8°.

Étiologie du typhus exanthématique. Rôle des encombrements, un mot du choléra; par le Dr Ch. PIGEON (de la Nièvre); 2e édition. Paris, Baillière et fils; Nevers, Michot, 1874; br. in-8°.

Transactions of the national Association for the promotion of social science Norwich; meeting 1873. London, Longmans, 1874; in-8°, relié.

First, second, and third annual Reports of the United-States geological Survey of the territories for the years 1867, 1868 *and* 1869, *under the department of the interior.* Washington, Government printing Office, 1873; in-8°, relié.

Miscellaneous publications; n° 1 : *Lists of elevations in that portion of the United-States west of the Mississipi river.* Washington, Government printing Office, 1873; in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 20 avril 1874.)

Page 1109, ligne 28, *au lieu de* 100 grammes d'eau distillée, *lisez* 1000 grammes l'eau distillée.

N° 17.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 Avril 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 17.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 18 (4 Mai 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la profondeur de la couche aimantée dans un barreau d'acier;* par M. J. JAMIN.

« J'ai précédemment démontré que l'aimantation pénètre à une profondeur finie dans l'acier; je vais aujourd'hui trouver la limite de cette profondeur et la loi du décroissement de l'intensité depuis la surface jusqu'à cette limite.

» Je renonce tout d'abord aux deux théories qu'on a données du magnétisme : à la première parce qu'elle suppose deux fluides inutiles et improbables, et à la seconde parce qu'il faut admettre en un point de chaque molécule une force électromotrice dépensant de la chaleur qui serait reproduite en totalité dans le courant moléculaire, comme si l'on disait qu'un poids d'eau, en tombant, fait mouvoir un mécanisme qui la remonte au premier niveau pour continuer l'action; or le mouvement perpétuel, qui est considéré en Mécanique comme une impossibilité, ne peut être en Physique le point de départ de toute une théorie.

» Heureusement cette théorie ne nous est point nécessaire; il suffit d'invoquer l'expérience classique de la rupture d'un aimant pour affirmer qu'un

barreau est composé de filets, ou chaînes élémentaires, formés de petits aimants qui se succèdent et se joignent par leurs pôles contraires. Les théories magnétiques n'ajoutent rien à cette conception expérimentale : elles n'ont pour but que de l'expliquer soit par des fluides, soit par des courants.

» J'admets que ces filets sont tous égaux entre eux, ce qui revient à dire qu'on les groupe en faisceaux de même intensité. Je suppose, en outre, que dans toute leur étendue les pôles contraires qui sont en regard se dissimulent entièrement, de sorte que les filets sont inactifs dans toute leur longueur, excepté à chaque extrémité où se trouve un seul pôle libre.

» Étant inactifs, ils s'étendent parallèlement à l'axe dans les barreaux prismatiques. Tous traversent la section moyenne, et il n'est pas probable qu'ils la remplissent tout entière; car l'aimantation se faisant par la surface doit être de moins en moins énergique à des profondeurs de plus en plus grandes, et les filets pressés et serrés contre le contour, comme dans une ceinture, doivent être plus distants et moins nombreux quand on s'en éloigne : c'est la loi de leur distribution que nous allons chercher.

» Ils sont couchés parallèlement jusqu'aux extrémités; mais, comme ils ont là des pôles libres qui se repoussent, ils s'épanouissent en divergeant depuis le bout jusque vers la ligne moyenne, et se terminent aux divers points de la surface libre où ils développent des réactions. Sur chaque élément superficiel l'intensité est proportionnelle au nombre des pôles qui s'y trouvent et la force d'arrachement à son carré. Le nombre total des filets, ou la quantité totale du magnétisme, est égal à la somme des intensités mesurées sur chaque élément, c'est-à-dire à la somme des racines carrées des forces d'arrachement.

» Comme ces filets passent tous à travers la ceinture moyenne, leur nombre, c'est-à-dire le magnétisme total, ne dépend que de l'étendue de cette ceinture et pas du tout de l'étendue des surfaces de l'aimant, pourvu qu'elles soient suffisantes ; mais l'épanouissement des pôles, c'est-à-dire la distribution des réactions magnétiques, est réglé par la forme et l'étendue de ces surfaces. Cette distribution, la seule chose qu'on ait étudiée, n'est pas constante pour une forme donnée ; car on peut la faire varier par des frictions avec une lame de fer ; et, si l'on veut me permettre une comparaison, c'est comme un tas de sable dont on peut changer la figure, bien que la masse en demeure invariable. Il en résulte que le moment magnétique pour une lame donnée contenant un magnétisme déterminé varie avec la distribution. L'étude de cette distribution ou de ce moment serait com-

pliquée de circonstances accessoires, et ne conduirait à rien : c'est la mesure de la somme des quantités magnétiques qu'il nous importe de faire.

» Les idées que nous venons d'exposer sont conformes aux propriétés connues des aimants. Si par la pensée on suppose qu'un barreau s'allonge ou se raccourcit, les filets élémentaires ne font que s'allonger ou se raccourcir avec lui, et leurs épanouissements, c'est-à-dire les courbes de distribution des tensions, que se transporter aux mêmes distances des extrémités, ce qui est prouvé par les expériences de Coulomb; mais cette constance cesse lorsque, les longueurs devenant trop petites et les surfaces insuffisantes, les filets se rejoignent en partie, par leurs pôles contraires, des deux côtés de la ligne moyenne, ce qui diminue la quantité de magnétisme.

» Si, la section moyenne demeurant la même, on agrandit les surfaces polaires par des armatures, on répartit sur un plus grand espace les pôles des filets élémentaires ; les intensités diminuent partout, mais leur somme reste constante ; et quand on augmente la section moyenne ou qu'on diminue les surfaces polaires, on voit, au contraire, les intensités croître en chaque point : c'est ce qui a lieu quand on donne aux aiguilles la forme de losanges, suivant une pratique ancienne.

» En résumé, il y a quatre points à examiner : 1° la somme totale des filets qui traversent la ceinture moyenne ; 2° la loi de leur distribution dans cette ceinture ; 3° la somme totale des intensités réparties sur les surfaces libres ; 4° la distribution de ces intensités. Nous n'étudierons pas ce dernier sujet, puisqu'il ne peut se réduire à des lois simples ; mais nous mesurerons la somme des intensités qui sera proportionnelle à la somme de magnétismes ou à la somme des filets élémentaires ; et, en faisant varier l'épaisseur des lames, nous verrons comment elle se distribue dans la profondeur.

» A cet effet, j'ai fait préparer avec le plus grand soin quatre séries de lames d'acier dont les épaisseurs étaient 1, 2, 3, 4 millimètres, dont les longueurs étaient toutes égales à 1 mètre et les largeurs à 50 millimètres. Elles étaient faites avec le même acier, avaient été trempées au sortir du même four et recuites ensemble au même degré.

» Je les ai aimantées à saturation par une forte bobine, et j'ai mesuré comme il suit le magnétisme développé sur leur plat. J'y ai d'abord tracé, parallèlement à la longueur, quatre lignes équidistantes qui les divisaient en cinq bandes de 50 millimètres de largeur, puis, sur chaque ligne, à des distances de l'extrémité égales à 0, 50, 100... millimètres, j'ai mesuré les forces d'arrachement d'un petit contact d'épreuve suspendu au plateau

d'une balance : c'est celui qui m'a servi dans toutes les expériences précédentes. Les racines carrées de ces forces mesurent, en chaque point touché, l'intensité magnétique.

» J'ai construit les cinq courbes d'intensité qui correspondent aux lignes tracées et aux bords; sauf ces dernières, elles sont à peu près les mêmes. J'en ai pris la moyenne, qui est toujours sensiblement égale à la courbe tracée sur la première droite à 10 millimètres du bord. Il est clair que l'aire de cette courbe mesure la totalité du magnétisme ou le nombre des filets élémentaires, contenu dans une tranche longitudinale de l'aimant perpendiculaire à son épaisseur.

» Pour trouver cette aire, je l'ai divisée en trapèzes par des ordonnées de 50 en 50 millimètres. La surface de chacun d'eux est égale à l'ordonnée moyenne multipliée par 50, et l'aire totale est égale au produit de 50 par la somme des ordonnées moyennes; et, comme 50 est facteur constant, on peut le supprimer et représenter la totalité du magnétisme par la somme des ordonnées moyennes. Le tableau suivant reproduit une première série d'expériences :

	Intensités I.							Somme des intensités moyennes	
Distances...	0	50	100	150	200	300	400	observées.	calculées.
Lame de 1^{mm}...	6,6	3,0	1,3	0,7	0,5	0,2	0,0	8,9	9,3
» 2....	10,3	5,6	3,2	1,6	0,7	0,3	0,2	15,6	15,2
» 3....	9,6	5,6	3,6	2,6	1,5	0,5	0,1	18,1	18,8
» 4....	10,5	6,4	4,6	2,7	2,1	0,6	0,1	22,0	21,2

» On voit tout d'abord que les quantités totales de magnétisme contenues dans une tranche croissent avec l'épaisseur de la lame, ce qui prouve que les filets élémentaires pénètrent à une profondeur finie qui dépasse 3 millimètres et en atteint au moins 4. On voit, en second lieu, qu'elles n'augmentent pas proportionnellement à l'épaisseur, puisqu'elles sont égales à

8,9, 15,6, 18,2, 22,0,

au lieu de

8,9, 17,8, 26,7, 35,6,

et l'on en conclut que les filets magnétiques sont moins serrés et moins nombreux à mesure qu'on s'éloigne du périmètre de la ceinture moyenne, et qu'on pénètre plus avant dans la masse.

» Cela était évident *a priori*, mais on peut aller plus loin. Pendant l'aimantation, la force de la bobine agit directement sur la surface même;

mais, l'expérience prouvant qu'elle ne se transmet pas à travers une couche d'acier de suffisante épaisseur, il faut admettre que son action sur la masse d'un barreau diminue rapidement avec la profondeur. Soit F son intensité sur les points superficiels : elle sera $\frac{F}{a}$ à une distance 1, $\left(\frac{F}{a}\right)\frac{1}{a}$ ou $\frac{F}{a^2}$ à une distance 2, et $\frac{F}{a^y}$ à une profondeur y. Cette loi de décroissement est celle de toutes les actions qui ne se transmettent pas en totalité à toute distance à travers des milieux.

» Or la quantité de magnétisme développée dans une tranche dont l'épaisseur est dy doit être proportionnelle à la force et, par suite, égale à

$$\frac{F\,dy}{a^y}.$$

L'intégrale définie pour une épaisseur y sera

$$m = M\left(1 - \frac{1}{a^y}\right),$$

et représentera la quantité de magnétisme contenue dans une épaisseur y.

» Cette loi doit être applicable aux lames que nous avons étudiées; et, en effet, en faisant $y = 1, 2, 3, 4$ et en prenant pour M et a des valeurs égales à 26 et à 1,5, on trouve les nombres calculés mis en regard de ceux qu'on a observés.

» Ces conclusions étant très-importantes, j'ai cru devoir recommencer l'expérience avec soin, et, pour être à l'abri des inégalités des diverses lames, qui ne sont jamais identiques, j'ai pris la moyenne entre les quantités de magnétisme observées sur toutes les lames de 1, 2, 3 ou 4 millimètres d'épaisseur. Voici les résultats. Ils sont un peu plus grands que dans la précédente expérience, mais satisfont à la même formule en supposant $m = 25$ et $a = \frac{1}{1,6}$.

	Distances..	0	50	100	150	200	300	
Épaiss. 1mm	n° 1......	6,6	3,0	1,2	0,6	0,5	»	Total : Obs. 8,4 Calc. 9,3
	n° 2......	7,2	3,4	1,8	1,0	0,5	»	
	n° 3......	7,0	3,1	1,1	0,8	0,3	»	
	n° 4......	7,1	3,1	1,2	0,7	0,5	»	
	n° 5......	6,7	3,9	1,0	0,7	0,3	»	
	n° 6......	7,9	3,7	1,3	0,7	0,3	»	
	n° 7......	7,3	2,8	1,0	0,7	0,3	»	
	n° 8......	7,0	2,7	1,0	0,8	0,3	»	
	Moyenne.	7,10	3,21	1,20	0,7	0,37	»	

	Distances..	0	50	100	150	200	300	
Épaiss. 2^{mm}	nº 1......	10,2	5,4	3,8	1,4	0,8	0,5	
	nº 2......	8,0	4,7	2,8	1,8	1,0	0,7	
	nº 3......	9,5	5,6	4,2	2,7	1,2	0,7	Total :
	nº 4......	10,0	5,1	3,1	2,4	1,9	0,8	Obs. 15,7
	nº 5......	9,4	5,4	3,4	1,4	1,0	0,9	Calc. 15,2.
	nº 6......	8,9	5,5	3,7	2,6	1,6	0,8	
	nº 7......	8,7	5,1	3,8	1,8	1,0	0,7	
	Moyenne.	9,53	5,25	3,54	2,01	1,21	0,8	
Épaiss. 3^{mm}	nº 1......	8,9	6,0	4,1	3,2	1,2	0,9	
	nº 2......	9,3	5,9	4,4	4,6	1,4	1,0	Total :
	nº 4......	8,9	4,8	3,2	2,6	1,4	0,7	Obs. 19,8
	nº 5......	9,5	5,2	4,1	2,6	1,4	0,7	Calc. 18,8
	nº 7......	8,9	5,2	3,6	2,8	1,6	0,6	
	nº 9......	9,2	5,9	3,8	2,6	1,8	0,7	
	Moyenne.	9,12	5,60	3,87	2,73	1,57	0,77	
Épaiss. 4^{mm}	nº 1......	9,5	6,2	4,8	3,0	2,0	0,5	
	nº 2......	10,3	6,4	4,5	3,0	2,0	0,7	Total :
	nº 3......	9,9	6,0	4,3	2,6	1,6	0,6	Obs. 21,1
	nº 4......	9,7	6,1	4,4	3,1	2,0	»	Calc. 21,1
	nº 5......	8,9	5,9	3,4	2,3	1,5	»	
	Moyenne.	9,86	6,12	4,28	2,80	1,82	0,65	

» En résumé, je crois pouvoir conclure de ces expériences que, dans une barre épaisse d'acier, il n'y a pas d'aimantation au centre, que les filets élémentaires ne commencent à apparaître qu'à une distance de 3 ou 4 millimètres de sa surface, mais qu'ils se multiplient et se resserrent de plus en plus contre sa surface libre. La loi du décroissement de la quantité magnétique est conforme à la formule $\frac{F}{a^x}$, et la totalité de magnétisme contenue dans une lame d'épaisseur y est

$$m = 25\left(1 - \frac{1}{(1,6)^y}\right).$$

Cette quantité est nulle pour $y = 0$, croît très-rapidement jusqu'à 1 et 2 millimètres, très-lentement ensuite. Pour une épaisseur infinie $m = 25$, ce qui n'est guère plus que pour 3 ou 4 millimètres, la valeur des coefficients m et a changera probablement avec la nature de l'acier et la longueur des lames : c'est une question réservée.

» Si les aimants sont assez larges pour qu'on puisse négliger l'effet des bords, il faudra limiter leur épaisseur à 3 ou 4 millimètres; si elle était

plus grande, l'effet n'augmenterait pas, et une portion de l'acier serait sans emploi; plus petite, on obtiendrait moins de magnétisme, mais le rapport de ce magnétisme au poids de l'acier augmenterait, car pour une longueur donnée L ce magnétisme est proportionnel à la largeur A et à m. Le poids est ALEd, et le rapport est

$$\frac{mA}{p} = \frac{25\left[1 - \frac{1}{(1,6)^E}\right]}{LEd}.$$

Or, si l'on développe la parenthèse en série, on trouve

$$\frac{mA}{p} = \frac{25}{Ld}\left[l(1,6) - \frac{E}{1.2}l^2(1,6) + \ldots\right],$$

quantité qui augmente et tend vers une limite maxima quand E diminue jusqu'à zéro. »

THERMOCHIMIE. — *Études et expériences sur les sulfures métalliques;* par M. BERTHELOT.

« Les réactions que l'hydrogène sulfuré exerce sur les sels métalliques sont très-diverses et souvent même opposées, suivant la nature des métaux, celle des acides, enfin la concentration. Je vais tâcher d'en rendre compte, en considérant à la fois les quantités de chaleur mises en jeu et les équilibres spéciaux des dissolutions.

I. — *Actions directes.*

» 1. L'hydrogène sulfuré précipite les *solutions étendues* de plomb, de cuivre, de mercure, d'argent, et cette précipitation, si souvent utilisée dans l'analyse, est toujours accompagnée par un dégagement de chaleur. Je rappellerai les chiffres suivants :

» Sel métallique ($1^{éq} = 2$ à 4^{lit}) + HS (8 à 10^{lit}) dégage :

AzO^6Pb : + 5,7; $C^4H^3PbO^4$: + 6,7	AzO^6Ag : + 22,7;
SO^4Cu : + 6,6; $C^4H^3CuO^4$: + 9,5	HgCl : + 14,5; HgCy : + 8,9.

» 2. Pour rendre l'état du sel plus comparable à celui du sulfure, on peut également calculer ces réactions depuis l'hydrogène sulfuré dissous et les *sels solides et anhydres*, ce qui permet d'y comprendre d'ailleurs les sels insolubles; le signe des résultats calculés demeure le même. En effet, on trouve pour les sels de plomb et de cuivre :

» Sel métallique anhydre + HS (8 à 10^{lit}) = acide étendu + sulfure précipité :

$C^4H^3PbO^4$: + 7,7; AzO^6Pb : + 1,6 ; PbCl : + 3,7; SO^4Pb : + 2,7;
$C^4H^3CuO^4$: + 10,7; CuCl : + 13 environ; SO^4Cu : + 14,7, etc.

A la vérité les sels de cuivre existent plutôt à l'état d'hydrates définis dans leurs solutions étendues; mais cette circonstance introduite dans le calcul, à partir des *hydrates salins cristallisés*, ne change pas le signe des résultats, le sulfate, le chlorure et l'acétate dégageant encore de + 6,5 à + 8 et 9,5.

» De même les sels de mercure anhydres et l'hydrogène sulfuré dissous donnent :

HgCl : + 13,3; HgCy : + 7,4; HgI : + 1,0.

» Ces trois réactions sont en effet réelles et totales; seulement l'iodure de mercure exige un contact prolongé et un excès notable d'hydrogène sulfuré, à cause de sa cohésion et probablement aussi de la production d'un iodosulfure intermédiaire, dont la chaleur de formation, si faible qu'elle soit, compense la quantité + 1,0.

» Soient enfin les sels d'*argent solides*. Il n'y a rien de spécial pour les sels solubles, tels que l'azotate d'argent :

AzO^6Ag solide + HS dissous = AzO^6H étendu + AgS : + 17,0;

mais les sels insolubles méritent une attention particulière. Comparons la chaleur dégagée par les divers hydracides, dans leur réunion avec l'oxyde d'argent. J'ai trouvé :

HS	étendu	+ AgO précipité	= AgS	précipité	:	+ 27,8
HCl	»	+ »	= AgCl	»		+ 20,6 à + 20,9
HBr	»	+ »	= AgBr	»		+ 25,1 à + 25,5
HI	»	+ »	= AgI	»		+ 28,3 à + 31,8

(Ces variations dépendent de la cohésion des précipités, qui va croissant avec le temps.)

» Il résulte de ces nombres que l'hydrogène sulfuré dissous doit changer en sulfure le chlorure d'argent et le bromure d'argent : ce que l'expérience confirme, aussi bien avec les chlorures et bromures récemment précipités qu'avec les mêmes corps séchés à l'étuve; seulement, dans ce dernier cas, l'agglomération physique de ces substances pâteuses et qui durcissent pendant la dessiccation rend presque impossible une réaction complète.

» L'iodure d'argent, au contraire, d'après les chiffres ci-dessus, semblerait devoir résister à l'hydrogène sulfuré. Cependant l'expérience indique un commencement d'attaque, avec formation d'un iodosulfure, qu'il ne paraît pas possible de changer complétement en sulfure. Il en est ainsi avec l'iodure d'argent récemment précipité, comme avec l'iodure séché à l'étuve. S'il est vrai qu'un grand excès d'iodure, agité avec une solution d'hydrogène sulfuré, en anéantit l'odeur, par contre, une solution concentrée d'iodure de potassium, additionnée d'un peu d'hydrogène sulfuré, puis d'une trace d'azotate d'argent, produit seulement un précipité jaune, qui se redissout dans la liqueur. Tous ces phénomènes me paraissent attribuables à l'iodosulfure et à la chaleur complémentaire mise en jeu dans sa formation.

» 3. Examinons encore ce qui doit se passer en l'absence de l'eau, c'est-à-dire en opposant un *sel anhydre à l'hydrogène sulfuré gazeux*, avec mise en liberté de l'acide antagoniste sous forme gazeuse. Je ferai les calculs pour les acétates et pour les chlorures.

$$\begin{cases} C^4H^3PbO^4 \text{ solide} + HS \text{ gaz} = C^4H^4O^4 \text{ gaz} + PbS : +3,3 \\ C^4H^3CuO^4 \text{ solide} + HS \text{ gaz} = C^4H^4O^4 \text{ gaz} + CuS : +6,6 \end{cases}$$

» La réaction théorique demeure donc la même pour les acétates, ce que l'expérience confirme. Au contraire, pour les chlorures de plomb, de cuivre et de mercure, on aurait des valeurs négatives :

$$\begin{cases} PbCl \text{ solide} + HS \text{ gaz} = HCl \text{ gaz} + PbS : -11,3 \\ CuCl \text{ solide} + HS \text{ gaz} = HCl \text{ gaz} + CuS : -2,0 \\ HgCl \text{ solide} + HS \text{ gaz} = HCl \text{ gaz} + HgS : -1,7 \end{cases}$$

II. — *Renversement des réactions.*

» 1. Il résulte de ces derniers nombres que l'on doit pouvoir réaliser les réactions contraires. En d'autres termes, l'hydrogène sulfuré décompose les chlorures de plomb, de cuivre et de mercure en solution étendue, tandis que l'acide chlorhydrique anhydre doit décomposer en sens inverse les sulfures correspondants. Cette décomposition doit avoir lieu d'ailleurs non-seulement avec le gaz chlorhydrique, mais avec toute dissolution renfermant l'acide chlorhydrique anhydre (acide fumant), et jusqu'au degré de dilution où cet acide est complétement transformé en hydrate défini (voir *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 741 et 744), c'est-à-dire jusque vers la composition (1) $HCl + 6H^2O^2$.

(1) Je rappellerai que cette composition représente une limite d'équilibre, plutôt qu'une combinaison définie proprement dite.

» Toute liqueur plus concentrée devra attaquer les sulfures précédents, et cela en vertu de l'excès total d'énergie du gaz chlorhydrique sur le gaz sulfhydrique dans la réaction envisagée; mais la simple chaleur de dilution des liqueurs est incapable d'expliquer les phénomènes, parce qu'elle n'atteint pas le degré de grandeur nécessaire pour en renverser le signe thermique dans la plupart des cas.

» Mêmes calculs et mêmes prévisions pour les hydracides opposés au sulfure d'argent :

$$\left\{\begin{array}{l} \text{AgS (précipité)} + \text{HCl gaz} = \text{AgCl} + \text{HS gaz} : +\ 8,2 \\ \quad\text{»} \qquad\qquad + \text{HBr} \quad \text{»} = \text{AgBr} + \text{HS} \quad \text{»} : +15,3 \\ \quad\text{»} \qquad\qquad + \text{HI} \quad\ \text{»} = \text{AgI} \ + \text{HS} \quad \text{»} : +21,3 \end{array}\right.$$

» 2. Ces prévisions théoriques sont confirmées par l'expérience. En effet, l'acide chlorhydrique fumant décompose à froid les sulfures de plomb, de cuivre, d'argent, de mercure, avec dégagement d'hydrogène sulfuré. De même les acides bromhydrique et iodhydrique fumants attaquent aussitôt le sulfure d'argent.

» Les sulfures de plomb, d'argent, d'antimoine cristallisés natifs sont également attaqués par l'acide chlorhydrique fumant.

» J'ai vérifié, avec la galène, que le phénomène donne lieu à un dégagement de chaleur notable, malgré la production du gaz sulfuré.

» Ces résultats concordent avec ceux que j'ai déjà publiés (*loco citato*) sur le sulfure d'antimoine, soit naturel, soit artificiel, et sur la limite de concentration qui sépare sa décomposition par l'acide chlorhydrique de la réaction inverse.

» 3. Les réactions inverses que je viens de signaler peuvent être mises en évidence d'une manière fort élégante. En effet, le sulfure métallique (plomb, cuivre, argent), traité par l'acide chlorhydrique concentré, fournit une liqueur qui renferme à la fois un chlorure dissous, en présence d'un excès d'acide et de l'hydrogène sulfuré, demeuré dissous en petite quantité. Si l'on étend d'eau peu à peu la liqueur, sans attendre que ce dernier gaz se soit dissipé dans l'atmosphère, la dilution ne tarde pas à atteindre le terme où la réaction se renverse, et l'on voit reparaître le précipité noir du sulfure métallique précédemment dissous : c'est une jolie expérience de cours.

» 4. Les sels de plomb offrent quelques particularités utiles à préciser. En effet la galène est encore attaquée à froid par une solution chlorhydrique, renfermant moitié plus d'eau que la limite qui répond à l'hydracide anhydre; avec le sulfure de plomb récemment précipité, l'attaque a lieu

jusque vers $HCl + 20H^2O^2$. Le renversement de la réaction et la régénération du sulfure noir par la dilution ne s'opèrent que dans une liqueur plus étendue, à partir de $40H^2O^2$ à peu près; en outre l'apparition du précipité ne se fait pas instantanément, mais parfois au bout de quelques minutes. Lorsque la proportion d'acide chlorhydrique est très-grande et celle de l'hydrogène sulfuré petite, il se produit un précipité rougeâtre et transitoire (chlorosulfure) qui noircit bientôt; si même l'hydrogène sulfuré est trop peu abondant, le précipité ne se reproduit plus, quelle que soit la dilution.

» Ces circonstances délicates accusent des équilibres spéciaux entre les acides chlorhydrique et sulfhydrique, le sulfure et le chlorure de plomb, équilibres déterminés par la proportion de l'eau, c'est-à-dire qu'il s'agit ici de réactions propres aux sels de plomb et indépendantes de l'acide chlorhydrique anhydre. Se produit-il quelque trace d'un sulfhydrate de sulfure de plomb soluble : PbS, HS comparable aux sulfhydrates alcalins? ou bien encore une trace d'un chlorhydrate de chlorure : PbCl, HCl, comparable aux composés analogues que l'on peut isoler avec l'argent, spécialement à l'iodhydrate d'iodure d'argent, corps cristallisé dont la formation à l'état dissous, à partir du gaz iodhydrique, HI, et de l'iodure d'argent sec, dégage une quantité de chaleur énorme et supérieure à $+15^{Cal},0$, d'après mes essais? Je ne veux point décider ici ces questions, mais les équilibres spéciaux que je viens de signaler pour les sels de plomb ne sauraient être produits que par la formation de quelque composé de cette nature, décomposable par l'eau d'une façon progressive, à la façon des sels doubles et des sels acides. Nous allons retrouver des phénomènes d'équilibres analogues pour d'autres sels métalliques.

III. — *Phénomènes d'équilibre.*

» 1. C'est avec les sels de zinc, de protoxyde de fer et de manganèse que ces phénomènes se manifestent principalement. Soient d'abord les sels de zinc. On sait que l'acétate est précipité complétement, le chlorure et le sulfate neutre partiellement; la présence des acides, chlorhydrique ou sulfurique, empêche le précipité, parce qu'ils dissolvent le sulfure de zinc, ce que ne fait pas l'acide acétique. Voici les phénomènes thermiques correspondants :

$$\text{Acétate} \ldots \left\{ \begin{array}{l} C^4H^3ZnO^4(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + HS(1^{\text{éq}} = 10^{\text{lit}}) \ldots\ldots\ldots + 1,81 \\ C^4H^3ZnO^4 \text{ sec} + HS \text{ gaz} = C^4H^4O^4 \text{ gaz} + ZnS \ldots + 3,0. \end{array} \right.$$

» Les deux réactions sont donc nécessaires.

Chlorure... $\begin{cases} \text{ZnCl dissous} + \text{HS dissous} = \text{HCl étendu} + \text{ZnS} : -0,2 \\ \text{ZnCl anhydre} + \text{HS gaz} = \text{HCl gaz} + \text{ZnS} : -7,7. \end{cases}$

» La deuxième réaction est impossible; la première peut devenir possible, sous la plus légère influence :

Sulfate..... SO^4Zn dissous + HS dissous = SO^4H étendu + ZnS : — 2,1.

Il semblerait donc que la réaction ne dût pas avoir lieu; cependant, en fait, elle s'opère, quoique incomplétement, et cela avec l'absorption de chaleur prévue par la théorie. J'ai trouvé en effet :

$$SO^4Zn(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + HS(1^{\text{éq}} = 10^{\text{lit}})$$

donnant lieu à un précipité de sulfure de zinc, avec une absorption de chaleur qui s'accroît, peu à peu, de — 0,8 à — 1,10 et au delà.

» Mais il suffit d'aciduler fortement les liqueurs par l'acide sulfurique pour empêcher le précipité. Cette circonstance fournit l'explication de la réaction. Je l'attribue à l'action chimique du dissolvant, c'est-à-dire que les sels neutres de zinc éprouvent sous l'influence de l'eau une décomposition partielle qui les transforme en sels basiques et sels acides, coexistant au sein d'une même liqueur : j'ai déjà invoqué cette réaction dans l'étude des sels métalliques (*Annales de Chimie*, 4e série, t. XXX, p. 145). Avec l'acétate de zinc, la réaction est évidente, car elle se traduit par la séparation lente du sel basique.

» Or j'ai trouvé par expérience (*loco citato*, p. 158, 194 et 195) que la formation des sels basiques, à partir des sels neutres et des oxydes métalliques, dégage d'ordinaire fort peu de chaleur. Dès lors le sel basique, traité par l'hydrogène sulfuré, se décomposera en sulfure et sel neutre, en dégageant une quantité de chaleur voisine de celle qui répondrait à l'oxyde libre qu'il renferme en excès; mais le sel neutre ainsi régénéré, se trouvant en présence de l'eau, éprouve une nouvelle décomposition partielle, en sel acide qui s'ajoute au sel analogue préexistant et sel basique. Ce dernier est de nouveau détruit par l'hydrogène sulfuré, et l'action continue jusqu'à ce que la liqueur renferme un excès d'acide sulfurique suffisant pour prévenir toute décomposition ultérieure du sel neutre par l'action de l'eau.

» C'est donc l'action décomposante de l'eau sur le sel neutre qui est l'origine de l'absorption de chaleur observée, précisément comme dans ces doubles décompositions, lorsqu'on oppose les sels dissous des acides forts et des bases faibles aux sels des acides faibles et des bases fortes, ou bien encore dans la précipitation des carbonates métalliques (*Comptes rendus*,

t. LXXIII, p. 1162). Si je n'ai pas parlé de cette action décomposante de l'eau à l'occasion des sels de cuivre, de plomb, etc., opposés à l'hydrogène sulfuré, c'est que ses effets concourent dans le même sens que la réaction directe pour former des sulfures.

» 2. *Sels de manganèse.* — L'hydrogène sulfuré ne devrait décomposer, en principe, aucun sel manganeux. En effet,

MnO (précipité)	$+ SO^4H$ (étendu)	....	$+13,5$
»	$+ HCl$ »	....	$+11,8$
»	$+ C^4H^4O^4$ »	....	$+11,0$
»	$+ HS$ »	....	$+5,1$

La réaction, calculée soit pour les sels dissous, soit même pour l'acétate anhydre et les acides gazeux, répond, dans tous les cas, à une absorption de chaleur. Réciproquement, le sulfure manganeux doit se dissoudre dans les acides étendus avec dégagement de chaleur.

» Les mêmes déductions s'appliquent aux sels ferreux, et elles se vérifient dans la plupart des cas.

» Cependant l'hydrogène sulfuré attaque en fait l'acétate de manganèse dissous, avec précipitation sensible de sulfure de manganèse, et aussi avec absorption de chaleur. Soit :

$$C^4H^3MnO^4\ (1^{éq} = 2^{lit}) + HS\,(1^{éq} = 10^{lit}).$$

La liqueur, d'abord transparente, blanchit au bout d'un quart de minute; le précipité augmente et devient rosé; l'absorption de chaleur qui se produit s'accroît peu à peu. Au bout de six minutes, j'ai trouvé $-1,0$; mais l'action se prolonge indéfiniment. La liqueur, filtrée tout d'abord, renferme à la fois de l'hydrogène sulfuré et un sel manganeux. Elle se trouble presque aussitôt d'elle-même, et mieux par une nouvelle dose d'hydrogène sulfuré. D'autre part, le sulfure manganeux formé se redissout dans un excès d'acide acétique, lequel, ajouté à l'avance, suffit pour en empêcher la précipitation.

» Ces diverses circonstances, analogues à celles qui se produisent avec le sulfate de zinc, traduisent l'existence des équilibres complexes qui se produisent entre l'eau, les acides acétique, sulfhydrique et l'oxyde de manganèse. Ils paraissent de même répondre à la présence d'un peu d'acétate manganeux basique dans les liqueurs, par suite de la décomposition partielle que ce sel éprouve sous l'influence de l'eau dans ses dissolutions. En outre, je suis porté à croire que le manganèse et le zinc, si voisins de la magnésie, forment aussi quelque proportion de sulfhydrates

de sulfures solubles : MnS, HS; ZnS, HS, comparables aux sulfhydrates alcalins, mais décomposables peu à peu sous l'influence de l'eau en hydrogène sulfuré, qui se dissout, et sulfure métallique, qui se précipite. La chaleur dégagée dans la formation de ces composés surpasserait celle de l'acétate manganeux, sans atteindre jusqu'à celle du chlorure ou du sulfate. Le formiate manganeux, intermédiaire entre le sulfate et l'acétate par sa chaleur de formation à l'état solide, depuis l'acide et la base solide (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 31), représente, en effet, la limite de réaction de l'hydrogène sulfuré; ses dissolutions n'éprouvent qu'un léger indice de précipitation.

» Quoi qu'il en soit de ces interprétations, le fait même de la précipitation des sulfures de zinc et de manganèse avec absorption de chaleur dans certains cas n'en est pas moins certain; il est également prouvé que cette circonstance doit être expliquée par ces phénomènes d'équilibre généraux, dus à l'action décomposante de l'eau, que j'ai déjà mis en évidence par mes études sur les acides faibles, sur les sels métalliques, sur la formation des précipités, et sur lesquels j'ai tant de fois appelé l'attention depuis mes premières recherches sur la décomposition des éthers, en 1854.

» En dehors de ces conditions spéciales d'équilibre, développées par des énergies indépendantes de la réaction principale (mais dont je montrerai bientôt le caractère essentiellement chimique), toutes les fois, dis-je, que de telles conditions d'équilibre ne sont pas en jeu, c'est le signe thermique de la réaction fondamentale qui détermine les phénomènes, aussi bien lorsqu'on précipite les sulfures métalliques par l'hydrogène sulfuré et les sulfures alcalins dans les solutions étendues que lorsqu'on réalise les décompositions inverses des sulfures métalliques par les acides concentrés. »

PHYSIOLOGIE. — *Observations sur la fécondation des Batraciens urodèles;* par M. Ch. Robin.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats d'une série d'observations démontrant que, chez les Batraciens urodèles ovipares (*Siredon, Triton alpestris, palmatus, cristatus, abdominalis* ou *punctatus*), la fécondation est intérieure, comme sur les Urodèles vivipares; elle n'est pas extérieure comme chez les Anoures. Les œufs, au moment où ils sont pondus, et déjà dans le cloaque, sont fécondés, c'est-à-dire renferment des spermatozoïdes ayant pénétré entre la membrane vitelline et le vitellus.

En ouvrant les femelles pendant la ponte on trouve des spermatozoïdes dans le cloaque et à 3 ou 4 millimètres de hauteur dans les oviductes. On en trouve aussi dans les femelles grosses ne pondant pas et dont les oviductes ne contiennent même pas encore des œufs venus de l'ovaire; ce fait montre que l'intromission du sperme a lieu quelques jours avant le début de la ponte. Aussi expulsés artificiellement, ou pondus par des femelles séparées du mâle, ils se segmentent de quatre à seize heures après leur issue et se développent comme les œufs pondus en dehors de toute circonstance expérimentale.

» Le mâle des Axolotls introduit ses spermatozoïdes en écheveaux formant un petit amas blanc, solide, épais de 2 à 3 millimètres, que surmonte une masse conoïde, transparente, large et longue de 1 centimètre environ, composée de petits corps hyalins, celluliformes; le tout constitue une sorte de spermatophore, qui parfois, ne pénétrant pas dans le cloaque de la femelle, tombe et flotte dans l'eau. »

« M. P. **Gervais** fait remarquer que les observations de M. Robin expliquent plusieurs particularités relatives à la génération des Batraciens, dont on ne se rendait pas compte d'une manière suffisamment précise, et, en particulier, la reproduction des Salamandres noires, espèce ovo-vivipare propre à la région des Alpes, qui est pourvue d'une sorte de vésicule copulatrice.

» Il donne ensuite quelques détails au sujet de la découverte que vient de faire M. Peters des branchies extérieures propres aux jeunes Cécilies, et signale la forme singulière de ces branchies, qui rappellent celles du Notodelphe, Batracien de l'ordre des Anoures, particulier à l'Amérique centrale. »

THERMODYNAMIQUE. — *Observations à propos d'une récente Communication de M.* Faye, *relative à un calcul de Pouillet sur le refroidissement de la masse solaire;* par M. A. **Ledieu**.

« M. Faye s'est proposé, dans sa Communication des *Comptes rendus* du 20 avril dernier, de compléter, à l'aide de la Thermodynamique, le calcul de Pouillet sur le refroidissement de la masse du Soleil, de façon à expliquer la constance de la radiation de cet astre, sans faire intervenir aucune cause externe.

» L'idée du savant astronome est assurément très-ingénieuse; mais, en

lisant attentivement l'application qu'il a faite de la Thermodynamique, je ne me trouve pas en complet accord avec lui. Voici comment je comprendrais la question :

» Selon moi, le travail de contraction est un travail *intérieur*. Il correspond à une portion du terme $A\int d\lambda$ de la formule bien connue de Thermodynamique

$$Q = k(t' - t) + A\int d\lambda + A\int p\,dv,$$

rappelée par M. Faye, et dans laquelle on désigne par

Q la quantité de chaleur reçue ou émise par un corps;
t et t' les températures du corps à deux instants différents;
k la chaleur spécifique absolue;
A l'inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur;
$d\lambda$ la différentielle du travail intérieur;
p la pression extérieure;
dv la variation élémentaire du volume du corps.

La portion de travail intérieur dont il s'agit est due au déplacement des positions moyennes vibratoires des atomes; ou, pour parler plus rigoureusement, c'est le travail provenant de la contraction du *solide moyen* relatif à toute la masse solaire. La seconde portion de $A\int d\lambda$ se rapporte au travail intérieur résultant de la déformation que les trajectoires de vibration des atomes sont susceptibles d'éprouver, tout en étant déplacées par le fait de la contraction.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que, dans la formule ci-dessus, les deux derniers termes $A\int d\lambda$ et $A\int p\,dv$ correspondent au travail intérieur et au travail extérieur *changés de signes*. Il est évident, par exemple, que si un corps augmente de volume, la quantité $\int p\,dv$ est *positive;* cependant le travail extérieur est, en réalité, *résistant* ou *négatif*, puisque les forces *extérieures* agissent alors en sens contraire des chemins parcourus par leurs points d'application.

» On se rend compte aisément de cette affectation des signes, en se rappelant que $\frac{1}{A}k(t' - t)$ représente, en définitive, une variation de forces vives vibratoires; que tous les autres termes divisés par A représentent des travaux mécaniques, et que la formule elle-même est une conséquence du principe des forces vives. Par suite, $\frac{1}{A}k(t' - t)$ devrait figurer seul dans un membre de l'équation; et les trois autres termes $\frac{Q}{A}$, $\int d\lambda$ et $\int p\,dv$ devraient

former le second membre, en ayant chacun leur expression algébrique précédée du signe +, quitte, dans l'évaluation de chaque travail, à apprécier s'il est *positif* ou *négatif*, et en sachant d'ailleurs que toute chaleur *reçue* ou *émise* correspond à un travail vibratoire *positif* ou *négatif* appliqué au corps. Cela posé, en suivant l'ordre d'idées auquel a voulu se placer l'éminent académicien, on tire aisément de la formule sus-mentionnée la relation

$$k(t'-t) = -1^c,33 + 0^c,0483C,$$

pourvu qu'on regarde le travail intérieur $-\int d\lambda$ comme se réduisant *sensiblement* au seul travail de la contraction, et le travail extérieur $-\int p\,dv$ comme négligeable.

» Sous la réserve de ces deux hypothèses, *plus ou moins acceptables*, et en tant d'ailleurs qu'on admet les suppositions d'ordre héliogonique propres à M. Faye, son intéressante conclusion subsiste en entier. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'hydrogène* (suite); par M. P.-A. **Favre**.

« A la suite de mes recherches thermiques sur l'électrolyse des acides, j'ai été conduit à admettre, dès 1866 (1), que l'hydrogène électrolytique est *actif*, qu'en passant à l'état gazeux ordinaire il dégage 4500 calories environ, et que cette quantité de chaleur n'est pas transmissible au circuit.

» Mes recherches plus récentes sur l'*occlusion* de l'hydrogène par le palladium (2) ont montré que : 1° la quantité de chaleur due à la condensation de l'hydrogène électrolytique par le palladium est de 9000 calories environ; 2° que le mode de condensation de l'hydrogène par le palladium n'est nullement comparable au mode de condensation des gaz par le charbon de bois et qu'il en résulte un alliage de la nature des composés dits *explosifs*.

» Ces recherches, dont je maintiens les résultats, m'ont amené, on le sait, à étudier l'absorption de l'hydrogène ordinaire par le noir de platine et les effets thermiques qui l'accompagnent (3).

» Le présent Mémoire a pour objet l'étude de la condensation, par le noir de platine, de l'hydrogène *actif*, provenant de l'électrolyse. J'y ai joint l'exposé des expériences sur la condensation de l'hydrogène gazeux

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 373.
(2) *Comptes rendus*, t. LXVIII, p. 1306 et 1520.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXVII, séance du 22 septembre 1873.

ordinaire par le palladium, afin de reconnaître si ce gaz, en se fixant sur le palladium, ne passerait pas à l'état actif, se comportant alors tout autrement que lorsqu'il se fixe sur le noir de platine (1).

» A l'égard du noir de platine, l'hydrogène, qui devait être absorbé, provenait de l'électrolyse de l'acide sulfurique SO^4H, et le noir était contenu dans le vase poreux d'un voltamètre semblable à celui qui m'avait servi pour l'électrolyse des bases alcalines et de leurs sulfates (2).

» A l'égard du palladium, employé à l'état de mousse, j'ai adopté le même appareil que pour la condensation de l'hydrogène par le noir de platine (3).

Fixation, sur le noir de platine, de l'hydrogène provenant de l'électrolyse.

» Dans une première série d'expériences, l'acide sulfurique placé dans un voltamètre à électrodes de platine et de noir de platine était décomposé par une pile de cinq couples de Smée, extérieurs au calorimètre. Un thermorhéostat, suffisamment puissant et également extérieur, permettait de négliger la résistance physique du voltamètre; celui-ci plongeait dans le moufle du calorimètre et il était facile de s'assurer que l'hydrogène, mis en liberté, se fixait en totalité sur le noir de platine. Les opérations se sont succédé sans interruption, mais n'ont pas été poussées jusqu'à refus d'absorption de l'hydrogène.

Expériences.	Calories pour 1 gr. d'hydrogène.	Cal. (4).	Durée du dégagement.	Volume d'hydrogène fixé.
			h m	cc
I.	25952	16452	0.30	23,910
II et III.	19172	9672	0.65	50,215
IV et V	18032	8532	0.62	44,565

» Ces nombres montrent que l'hydrogène électrolytique ne paraît pas jouer, à l'égard du platine, le même rôle qu'à l'égard du palladium. En effet, les absorptions fractionnées de ce gaz par le platine et qui corres-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, séance du 22 septembre 1873.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXIII, séance du 30 octobre 1871.

(3) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. I, p. 215 et 227. Dans mes premières recherches sur la condensation de l'hydrogène par le noir de platine, j'avais négligé de tenir compte du volume d'hydrogène contenu dans le récipient en acier, et qui augmentait avec le nombre des expériences. J'ai fait cette correction dans les calculs afférents aux nouvelles expériences et j'en compare les résultats aux précédents ayant subi la correction.

(4) Calories dues à la condensation de l'hydrogène sur le noir de platine, et qui résultent des nombres de la première colonne, soustraction faite de 9500 calories afférentes à la modification allotropique de l'oxygène mis en liberté dans le voltamètre.

pondent à des poids égaux sont en relation avec des effets thermiques de plus en plus faibles.

» Cependant l'hydrogène qui provient de l'électrolyse se fixe sur le platine à l'*état actif* et non à l'*état ordinaire*.

» Dans un couple de Smée, où le zinc se substitue à l'hydrogène de l'acide sulfurique, on constate que cet hydrogène est d'abord à l'état *actif* et qu'il ne se modifie, avec un dégagement de chaleur de 4500 calories environ, qu'après sa mise en liberté. Ces conclusions seront confirmées par la discussion des nombres ci-dessous du tableau I. On y verra que 1 gramme d'hydrogène ordinaire, condensé sur le noir de platine, dégage 20000 calories environ. Ce même poids en aurait dégagé davantage si l'hydrogène provenant de l'électrolyse s'était fixé à l'état ordinaire. En effet, à ces 20000 calories, il faudrait encore ajouter les 4500 calories perdues par suite du changement allotropique éprouvé par l'hydrogène. On arriverait ainsi à un nombre bien supérieur à $16452 = 25952 - 9500$ calories.

Tableau I (1).

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	MERCURE soulevé dans le tube manométrique.	PRESSION du gaz dans le récipient en acier contenant le noir.	POIDS de l'hydrogène fixé dans chaque opération.	CALORIES dégagées dans chaque opération.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène.
	cc	o	mm	mm	mm	gr	cal	cal
I.....	372,636	11,60	771,0	700,0	71,0	0,03329	801,457	24075
II.....	367,988	11,80	771,0	675,0	96,0	0,03288	649,300	19748
III....	89,179	11,95	771,0	»	771,0	0,00797	36,854	10899
IV....	829,803(¹)	11,80	771,0	»	771,0	0,07414	1537,611	20739

(¹) Les 829cc,803 de gaz condensés par les 80gr,313 de noir de platine employé, divisés par 3,73, qui expriment le volume occupé par le métal, donnent 222; d'où il résulte que le noir de platine n'a condensé que 222 fois son volume d'hydrogène.

» Les expériences faites sur la condensation de l'hydrogène électrolytique et de l'hydrogène ordinaire par le palladium justifient encore l'existence de ces deux états allotropiques de l'hydrogène et permettent de surprendre, pour ainsi dire, le phénomène de la transformation.

» Il résulte de la première série d'expériences sur la condensation de l'hydrogène électrolytique, par le noir de platine, que ce gaz se fixe

(1) Le tableau ci-après contient les résultats thermiques, corrigés, des premières expériences que j'ai faites sur la condensation de l'hydrogène par le noir de platine, qui ont

sur la poudre, à la manière de l'hydrogène gazeux ordinaire, c'est-à-dire en formant des couches de moins en moins denses, si toutefois on ne préfère attribuer les effets thermiques différents (correspondant aux absorptions fractionnées de l'hydrogène électrolytique), à une transformation partielle en hydrogène ordinaire, également condensé par le platine, absorption qui serait surtout prononcée dans la première opération.

» Ci-dessous la moyenne d'une seconde série d'expériences; après avoir condensé jusqu'à refus l'hydrogène sur le noir de platine, j'ai renversé le courant.

Calories pour 1 gr. d'hydrogène brûlé par SO^4.	Durée du dégagement pour les cinq expériences exprimées en minutes (32 chacune).	Volume d'hydrogène brûlé dans les cinq expériences.	
		32,070 cc	
		28,300	
5522 (1).	160m	27,650	Total : 133cc,640
		22,810	
		22,810	

» On voit que la résistance électrolytique du voltamètre a été moins grande que dans la série précédente, puisque la combustion de l'hydro-

été publiées dans les *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. I, p. 255, et dans lesquelles je n'avais pas tenu compte du volume du gaz restant dans le récipient en acier.

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	MERCURE soulevé dans le tube manométrique.	PRESSION du gaz dans le récipient en acier contenant le noir.	POIDS de l'hydrogène fixé dans chaque opération.	CALORIES dégagées dans chaque opération.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène.
I.....	376,268 cc	25,50 °	784,80 mm	613,0 mm	151,8 mm	0,03362 gr	784,400 cal	23986 cal
II.....	347,855	25,50	764,70	448,0	316,7	0,03109	653,300	21696
III....	363,091	25,50	764,70	268,0	496,7	0,03244	573,300	18162
IV....	100,000	26,00	764,80	21,0	743,7	0,00890	92,230	10363
V.....	1187,214 (1)	25,70	764,75	21,0	743,7	0,10605	2103,230	19834

(1) Les 1187cc,214 de gaz condensé par les 100gr,090 de noir de platine, divisés par 4,65, volume occupé par le métal, donnent 255 ; le noir de platine n'a condensé que 255 fois son volume d'hydrogène.

(1) Je donne ici la moyenne des nombres les moins élevés. Cette moyenne aurait été égale à 4500 calories environ, qui seraient restées confinées dans le voltamètre, par suite de la modification allotropique de l'hydrogène électrolytique, s'il ne s'était pas produit, très-probablement, en même temps qu'une combustion de l'hydrogène actif par SO^4, une transformation partielle de l'hydrogène actif en hydrogène ordinaire, restant fixé sur le noir de

gène fixé sur le platine s'est effectuée dans un temps plus court que sa condensation sur ce même métal. Cela tient à ce que cette combustion s'est effectuée au profit du courant.

» Dans une troisième série d'expériences : 1° un couple et le voltamètre (électrodes de platine et de noir de platine chargé d'hydrogène) étaient placés dans le calorimètre sans thermorhéostat dans le circuit (expériences A); 2° immédiatement après, deux couples et le même voltamètre étaient placés dans le calorimètre, sans thermorhéostat dans le circuit (expériences B.)

Expériences (A).

	Calories pour 1 gr. d'hydrogène dégagé dans un couple.	Durée du dégagement en minutes.	Volume d'hydrogène dégagé dans chaque expérience.
	14528	25^m	40,325^{cc}
	14407	20	10,818
Moy.	14467		

Expériences (B).

	11299	20	41,835
	11785	20	17,393
Moy.	11542		

» L'interprétation de ces résultats conduit à admettre : 1° que l'hydrogène fixé sur le noir de platine, qui forme l'électrode négative du voltamètre, est attaqué par le radical SO^4 avec dégagement de chaleur, et que l'énergie voltaïque des couples se trouve ainsi renforcée par l'énergie voltaïque due à cette combustion de l'hydrogène dans le voltamètre; 2° qu'une partie de l'hydrogène, condensé par le noir de platine, s'y trouve fixée à l'état ordinaire. En effet, dans l'expérience (B), il y a eu 20000 calories, environ, empruntées aux deux couples, pour décomposer 1 équivalent d'acide sulfurique dans le voltamètre. L'hydrogène *actif* de l'électrolyse semble donc se transformer, en partie, en hydrogène *ordinaire*, l'un et

platine, transformation qui s'effectue avec dégagement de chaleur non transmissible au circuit.

Dans plusieurs expériences, j'ai obtenu jusqu'à 8000 calories environ, ce qui pourrait encore être dû à l'action décomposante qu'une pile de cinq éléments de Smée peut exercer sur l'acide sulfurique, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'action du radical SO^4 sur l'hydrogène, pour renforcer l'énergie du courant. C'est une action déjà signalée dans mes recherches sur la condensation de l'hydrogène par le palladium, en employant un voltamètre à électrodes de platine et de palladium chargé d'hydrogène, sous l'influence d'une pile également formée de cinq couples de Smée.

l'autre se fixant sur le noir de platine. Ainsi un seul couple de Smée peut (expérience A) décomposer l'acide sulfurique dans le voltamètre, l'hydrogène actif, fixé sur le noir de platine, intervenant seul, alors, dans la réaction. Deux couples de même nature deviennent nécessaires (expérience B), pour produire le même effet, lorsque l'hydrogène, fixé à l'état ordinaire sur le platine, peut intervenir dans la réaction comme l'hydrogène fixé à l'état actif sur le même métal.

» Enfin, dans une dernière série d'expériences, j'ai remplacé le noir de platine de la première et de la seconde série par du platine ordinaire, et le calorimètre a accusé 14000 calories environ, pour 1 équivalent d'acide sulfurique décomposé dans le voltamètre avec production d'hydrogène et d'oxygène passant, l'un et l'autre, à l'état gazeux ordinaire (1).

Fixation de l'hydrogène sur le palladium, en partant de l'hydrogène gazeux ordinaire.

» Les expériences sont résumées dans les tableaux suivants II, III et IV :

Tableau II.

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (1) (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	MERCURE soulevé dans le tube manométrique.	H (2).	POIDS de l'hydrogène fixé.	CALORIES dégagées.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène.
	cc	o	mm	mm	mm	gr	cal	cal
I......	364,478	14,45	770,50	680	90,50	0,03256	660,006	20270
II......	395,628	14,50	770,50	651	119,50	0,03535	430,445	12170
III......	388,215	14,60	770,50	622	148,50	0,03468	237,940	6861
IV......	378,485	14,60	770,50	577	193,50	0,03382	193,866	5733
V......	403,253	14,65	768,90	546	222,90	0,03603	203,567	5650
VI......	358,279	14,70	768,90	492	276,90	0,03201	177,970	5559
VII....	406,568	14,70	768,90	450	318,90	0,03633	196,622	5412
VIII...	350,158	14,65	768,90	409	359,90	0,03129	157,585	5037
IX......	335,349	13,60	767,70	350	417,70	0,02996	134,080	4475
X......	343,322	13,80	767,70	312	455,70	0,03073	150,439	4895
XI......	353,139	13,90	767,70	281	486,70	0,03155	151,341	4796
XII....	360,917	14,00	767,70	244	523,70	0,03225	153,561	4762
XIII...	356,657	14,30	766,40	209	557,40	0,03189	159,726	5007
XIV...	358,683	14,45	766,40	177	589,40	0,03207	157,890	4923
XV....	356,544	14,45	766,40	130	636,40	0,03189	152,414	4779
XVI...	358,787	14,45	765,70	108	657,70	0,03207	142,183	4434
XVII...	357,447	14,40	760,70	80	685,70	0,03189	128,390	4026

(1) Les 6226 centimètres cubes de gaz condensés par les $99^{gr},900$ de palladium employé, divisés par 8,84, volume occupé par le métal, donnent 704 : d'où il résulte que le palladium a condensé 704 fois son volume d'hydrogène.

(2) H exprime la pression du gaz renfermé dans le récipient lorsqu'on fermait le robinet de communication avec le manomètre; ce robinet était fermé lorsque la colonne devenait immobile.

(1) J'ai cherché une seconde fois à condenser l'oxygène à l'aide de noir de platine n'ayant

Tableau III.

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (1) (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	MERCURE soulevé dans le tube manométrique.	H	POIDS de l'hydrogène fixé.	CALORIES dégagées.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène.
	cc	o	mm	mm	mm	gr	cal	cal
I......	398,585	13,30	758,1	715,0	43,1	0,03561	341,927	9602
II......	396,979	13,30	758,1	701,0	57,1	0,03547	147,493	4158
III......	393,697	13,30	758,1	686,0	72,1	0,03520	159,457	4530
IV.....	409,716	13,40	758,1	667,0	91,1	0,03663	164,445	4489
V......	424,785	13,50	758,1	640,0	118,1	0,03788	183,524	4845
VI.....	480,000							
VII....	320,648	12,20	763,1	445,0	318,1	0,02868	146,860	5121
VIII....	324,143	12,30	763,1	305,0	458,1	0,02895	149,488	5164
IX.....	348,634	12,40	763,1	232,0	531,1	0,03118	151,542	4860
X......	340,717	12,45	763,5	150,0	613,5	0,03046	138,895	4560
XI.....	303,363	12,50	763,5	15,0	748,5	0,02707	105,366	3892

(1) Les 4201 centimètres cubes de gaz condensés par les 59gr,299 de palladium employé, divisés par 5,247, volume occupé par ce métal, donnent 801; ainsi le palladium a condensé 801 fois son volume d'hydrogène.

Tableau IV.

OPÉRATIONS.	VOLUME du gaz condensé (1) (corrigé).	TEMPÉRATURE.	PRESSION barométrique.	MERCURE soulevé dans le tube manométrique.	H	POIDS de l'hydrogène fixé.	CALORIES dégagées.	CALORIES dégagées pour 1 gr. d'hydrogène.
	cc	o	mm	mm	mm	gr	cal	cal
I......	394,821	14,50	754,6	717,0	37,6	0,03529	201,195	5701
II......	405,081	14,45	754,6	703,0	51,6	0,03619	169,084	4672

(1) Les 39gr,697 de palladium employés n'ont condensé qu'une faible fraction de l'hydrogène qu'ils peuvent condenser.

» La mousse de palladium, qui a servi dans la première série d'expériences, n'avait nullement l'aspect métallique. Elle se présentait en petites masses diversement teintées et irisées, par suite de la présence d'un peu d'oxyde de ce métal. Après la dernière expérience, j'ai pu d'ailleurs

---

pas encore servi, mais cette seconde tentative a été également infructueuse. Peut-être serai-je plus heureux en opérant avec du noir de platine obtenu par la décomposition du sulfate de ce métal par l'alcool. On comprend toute l'importance qu'il y aurait à réaliser pour l'oxygène ce qui a été réalisé si heureusement pour l'hydrogène.

constater qu'une quantité d'eau appréciable s'était formée dans le récipient en acier; aussi les nombres des premières expériences sont-ils trop élevés; ils s'affaiblissent au fur et à mesure que la réduction de l'oxyde devient plus complète. Il arrive même un moment où ces nombres diffèrent assez peu pour que les variations puissent être attribuées à une trace d'oxyde ayant échappé à l'action réductrice de l'hydrogène précédemment condensé.

» La mousse de palladium, chauffée après la première série d'expériences, puis refroidie dans un courant d'azote parfaitement sec, a été partagée en deux : une partie, dont l'aspect était, en général, métallique, avec irisation légère sur quelques points, a été employée dans la deuxième série d'expériences du tableau III. Une autre partie, entièrement métallique et sans irisation sensible, a servi pour les deux expériences du tableau IV.

Résumé.

» Les nombres inscrits dans les tableaux ci-dessus, afférents à l'absorption de l'hydrogène par le palladium, comparés aux nombres fournis par la condensation de l'hydrogène gazeux par le noir de platine, montrent que le mode de fixation de ce gaz par l'un et par l'autre métal ne sont nullement comparables. Dans le dernier cas, l'hydrogène condensé n'a pas été modifié chimiquement; dans le premier cas, l'hydrogène a subi une modification allotropique avant de se combiner au palladium, et l'expérience a permis de surprendre, pour ainsi dire, ce phénomène de transformation.

» J'avais déjà annoncé que l'alliage de palladium et d'hydrogène était un *alliage explosif*. Aussi, lorsque l'hydrogène a été fixé sur le métal, jusqu'à saturation (1), y a-t-il toujours, au contact de l'air, incandescence avec dégagement de vapeur d'eau.

» Il est facile, ce me semble, de se rendre compte de cette transformation allotropique que l'hydrogène subit, en s'alliant au palladium. Si l'on considère que l'hydrogène ordinaire, en se fixant sur le noir de platine, dégage 20000 calories environ, on peut trouver, dans le phénomène thermique qui accompagne la condensation de ce corps et dans le phénomène thermique qui accompagne la combinaison de l'hydrogène *actif* avec le pal-

(1) Je n'ai pas encore pu m'assurer s'il en était de même pour le noir de platine, saturé d'hydrogène par l'électrolyse et séparé de la liqueur acide du voltamètre.

ladium l'expression de la quantité de chaleur afférente à la transformation allotropique de l'hydrogène gazeux ordinaire. On peut donc constater, pour l'hydrogène ordinaire, un phénomène analogue à celui de la transformation de l'oxygène sous l'influence de l'effluve électrique, analogue encore à celui du changement du phosphore rouge en phosphore ordinaire, etc.

» Ces faits sont de nature à montrer, une fois de plus, l'importance de l'intervention des mesures thermiques dans les phénomènes chimiques, et notamment dans les changements allotropiques des corps. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'eau distillée sur le plomb.* Note de M. Is. Pierre.

« Bien que le sujet ait été traité à divers points de vue par un assez grand nombre de savants depuis quelques mois, j'ai pensé que, dans une question de cette importance, on ne saurait trop multiplier les faits et les données numériques obtenues dans des conditions bien définies.

» C'est ce qui me décide à transmettre à l'Académie quelques résultats d'observations dont les premières remontent à près de quatre ans. Le fait principal consiste en ce que, lorsqu'on fait passer de la vapeur d'eau dans un serpentin en plomb, l'eau qui provient de la condensation de cette vapeur est souvent assez chargée d'hydrocarbonate de plomb pour en paraître opaline et en quelque sorte laiteuse.

» Voici maintenant dans quelles conditions j'ai fait l'expérience et les résultats numériques obtenus :

» J'ai fait passer un courant de vapeur d'eau dans un serpentin horizontal destiné à chauffer l'eau d'une caisse de fer-blanc; l'admission de la vapeur et la quantité d'eau contenue dans la caisse étaient combinées de manière à ne condenser qu'une partie de la vapeur, dont le reste s'échappait dans l'atmosphère.

» Pour nettoyer le serpentin on fit passer de la vapeur pendant huit heures consécutives, puis on fit circuler la vapeur pendant trois jours de suite. L'eau condensée avait cet aspect opalin laiteux dont j'ai parlé plus haut, et laissait déposer de l'hydrocarbonate de plomb. On a recueilli ainsi 34 litres d'eau, qui, par filtration, ont donné $2^{gr},54$ d'hydrocarbonate de plomb, soit par litre $0^{gr},0747$.

» L'eau filtrée, très-limpide, traitée par l'acide sulfhydrique, ne donnait

que des signes douteux de la présence du plomb, tandis qu'elle devenait sensiblement louche par le carbonate d'ammoniaque.

» J'ai évaporé, après filtration, 1 litre de cette eau traitée préalablement par le carbonate d'ammoniaque : j'en ai obtenu $0^{gr},00375$ de résidu plombeux, qui, cette fois, prenait, en présence de l'acide sulfhydrique, sa teinte habituelle.

» Il résulte de là que l'eau condensée dans le serpentin de plomb, dans les conditions indiquées plus haut, contient au moins $0^{gr},07845$ d'hydrocarbonate de plomb par litre, sans compter le dépôt, non dosé, qu'a produit le carbonate d'ammoniaque entre les deux filtrations.

» Lorsque le serpentin est ajusté de manière à produire une rétrogradation de vapeur, la quantité de plomb entraîné par l'eau, qui échappe à la rétrogradation, peut être beaucoup plus considérable encore.

» Je ne chercherai point ici une explication de ces faits; je me borne à les signaler. »

RAPPORTS.

CHIRURGIE. — *Rapport sur des appareils destinés à opérer la transfusion du sang, présentés à l'Académie par M.* Moncoq *et M.* E. Mathieu. *Question de priorité.*

(Commissaires : MM. Bouillaud, Gosselin, Bouley rapporteur.)

« M. le professeur Béhier a communiqué à l'Académie, dans sa séance du 23 mars, les résultats d'une opération de transfusion du sang sur une jeune femme mourant des suites d'une hémorrhagie utérine incoercible.

» Ces résultats furent merveilleux; ce fut comme une résurrection, tant la mort était proche.

» Lorsque M. le Dr Moncoq, qui exerce sa profession dans une petite ville de la Manche, apprit cet événement par la voie des journaux, il en éprouva un sentiment de très-légitime satisfaction personnelle; car c'était grâce à l'appareil dont il se croit en droit de revendiquer l'invention que l'opération pratiquée par M. Béhier avait si heureusement réussi. Mais plus le succès de cette opération était grand, plus M. Moncoq attachait d'importance à ce que rien ne fût diminué de la part qui devait lui en revenir; et, comme le nom de M. Mathieu, fabricant d'instruments de Chirurgie, avait été associé au sien propre dans la désignation de l'appareil dont M. Béhier avait fait usage pour rendre la vie à une malade expi-

rante, M. Moncoq trouva que ce n'était pas être juste que de donner à penser, par l'association de son nom à celui du fabricant de son instrument, que la part de celui-ci était égale à la sienne dans le mérite de l'invention. Aussi se décida-t-il à faire le voyage de Paris pour établir ce qu'il croit être ses droits, et décliner un partage qu'il ne considère pas comme légitime. La Note que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, dans sa séance du 30 mars, au nom de M. le Dr Moncoq, avait pour objet cette revendication.

» M. Mathieu n'a pas accepté cette réclamation; et réclamant à son tour contre M. Moncoq par une Lettre qui a été communiquée à l'Académie dans sa séance du 13 avril dernier, il invoque, pour soutenir ses droits à la priorité de l'invention qui lui est contestée, un Mémoire adressé par lui à l'Académie le 3 avril 1853, dans un paquet cacheté dont il a demandé l'ouverture le 10 octobre suivant. Ce Mémoire donnerait la preuve, d'après M. Mathieu, que l'instrument de transfusion, dont M. le Dr Moncoq réclame l'invention, « n'est qu'une reproduction de celui que lui » M. Mathieu a fait connaître à l'Académie à la date qui vient d'être rappelée. M. Moncoq n'aurait fait à ce premier instrument qu'une modifi- » cation que la pratique n'a pas acceptée, en substituant une aiguille » creuse à la petite canule destinée à être placée dans la veine.

» Et le dernier modèle dont s'est servi M. Béhier ne serait qu'une mo- » dification de l'instrument présenté à l'Académie en 1853. »

» Dans sa séance du 13 avril, l'Académie a renvoyé l'examen de cette question à une Commission composée de MM. Bouillaud, Gosselin et Bouley, et cette Commission a bien voulu me confier la mission d'être son organe auprès de l'Académie.

» Je vais avoir l'honneur de vous faire en son nom l'exposé des faits et de vous soumettre l'opinion à laquelle elle a cru devoir s'arrêter, sur les prétentions respectives de MM. Moncoq et Mathieu. Heureusement que, dans cette sorte de différend, nous nous hâtons de le dire, la bonne foi de personne n'est en cause, et qu'à ce point de vue le jugement que nous avons à formuler ne peut causer aucun préjudice. Aussi bien, du reste, ce qui ressort en définitive des faits qui vont être exposés, c'est que ni M. Mathieu, ni M. Moncoq n'est fondé à prétendre à la possession de l'invention et qu'une part en revient à l'un et à l'autre, dans une mesure qu'il est possible de déterminer avec une pleine équité.

» Un premier fait doit être tout d'abord mis hors de contestation, c'est que, en 1853, dans un Mémoire déposé à l'Académie sous un pli cacheté,

dont l'ouverture a eu lieu le 10 octobre de la même année, M. Mathieu a donné communication « de deux instruments qu'il disait *nouveaux*, pour » l'opération de la transfusion du sang » : dans le premier, le moteur du liquide n'était autre qu'une sphère en caoutchouc vulcanisé qui revenait sur elle-même après avoir été comprimée. Le Mémoire fait connaître le mécanisme nécessaire pour que le liquide introduit par un tube ne puisse pas y refluer et suive le courant de l'autre, d'où son reflux est également impossible. Inutile d'insister sur les détails.

» Dans le second appareil présenté à l'Académie par M. Mathieu, le jeu de la vessie en caoutchouc était remplacé par un corps de pompe, destiné à imprimer le mouvement au sang de la veine qui le verse dans celle qui doit le recevoir. Le tube dont le sang devait suivre le trajet d'une veine à l'autre était placé dans un cylindre de verre, rempli d'eau chaude, dont un thermomètre indiquait exactement la température; et l'on pouvait mesurer la quantité de liquide qui traversait l'instrument par le nombre des coups de piston qui avaient été donnés.

» D'après M. Mathieu, M. le docteur Maisonneuve aurait employé le transfuseur à vessie de caoutchouc et cet instrument aurait très-bien fonctionné en ses mains.

» Point de doute, d'après ces faits, qui ont une date certaine, qu'en 1853 M. Mathieu avait exposé l'idée d'opérer la transfusion du sang par le jeu d'un mécanisme, destiné à imprimer au sang un mouvement régularisé, sans reflux possible, de la veine qui donne à la veine qui doit recevoir.

» Mais ces appareils résolvaient-ils le problème, au point de vue de l'application? En d'autres termes, les instruments proposés par M. Mathieu remplissaient-ils toutes les conditions voulues pour qu'on pût s'en servir avec une pleine sécurité? Cela ne paraît pas ressortir des faits qui se sont produits, après la Communication de M. Mathieu; car, pendant les dix années qui suivent, ces appareils n'ont pas été mis en usage par les praticiens.

» Au point de vue pratique donc, les appareils proposés par M. Mathieu n'avaient pas donné de résultats.

» C'est alors que M. Moncoq intervient, et c'est à lui que doit être attribué exclusivement le mérite d'avoir conçu et fait fabriquer un appareil à l'aide duquel la transfusion du sang est devenue une opération possible et même facile. Dans l'appareil de M. Moncoq, comme dans celui de M. Mathieu, le mouvement et la direction imprimés au sang, de la veine qui

donne à celle qui reçoit, résulte du jeu d'un piston dans un corps de pompe et de la disposition des soupapes permettant l'afflux et s'opposant au reflux. Mais l'appareil de M. Moncoq est réduit exclusivement au corps de pompe sans toutes les complications de l'appareil de 1853; et, disposition considérable, qui, à elle seule, fait de l'appareil Moncoq un appareil tout nouveau, le jeu du piston résulte de l'action d'une crémaillère qui donne à l'opérateur le moyen de le mettre en mouvement avec plus de facilité, de sûreté et aussi de précision, car la tige du piston est graduée et les degrés correspondent à une mesure déterminée. On est donc très-exactement maître, avec cet instrument, et de la quantité du sang à transfuser, et de la vitesse qu'on veut lui imprimer.

» Dans l'appareil primitif de M. Moncoq, le sang était puisé directement dans la veine qui devait le fournir, à l'aide d'une aiguille canaliculée, dont on traversait ses parois. Mais ce procédé ne fut appliqué que pour des expériences faites sur des animaux. M. Moncoq a accommodé son instrument à l'usage de la transfusion dans l'espèce humaine, en y adaptant, comme l'avait, du reste, proposé M. Mathieu pour le sien, en 1853, un entonnoir destiné à recevoir immédiatement le sang, au moment où il sort de la veine par l'ouverture d'une saignée, pratiquée suivant le mode ordinaire.

» Enfin, aujourd'hui, M. Moncoq croit qu'il serait préférable, au lieu de verser le sang dans un entonnoir, de le faire passer directement dans le corps de pompe, à l'aide d'une cupule renversée, qu'on appliquerait sur la veine immédiatement après sa ponction par la lancette. On retrouve cette disposition dans l'appareil transfuseur, à sphère en caoutchouc, dont M. Mathieu a donné le modèle en 1853.

» Est-elle bonne, est-elle préférable à l'entonnoir? L'expérience seule peut le dire.

» Il ressort manifestement de cet exposé que si M. Moncoq a été précédé par M. Mathieu dans la construction des appareils à transfusion, il a le mérite, qui lui revient exclusivement, d'avoir inventé l'appareil à crémaillère, aussi simple qu'ingénieux, au moyen duquel l'opération de la transfusion est devenue possible. Les instruments proposés par M. Mathieu répondaient si peu à ce but, que dix ans après la Note qui les a fait connaître au public médical, par la grande publicité des *Comptes rendus*, aucune ou presque aucune tentative de transfusion n'a été faite avec ces appareils.

» L'appareil de M. Moncoq, au contraire, après avoir été démontré bon et tout à fait pratique, par de nombreuses expériences faites à l'École d'Al-

fort, à l'abattoir de Grenelle, et dans les laboratoires de Physiologie, notamment par notre regretté confrère, M. le professeur Longet, qui en fit l'objet d'une démonstration publique, dans le grand amphithéâtre de la Faculté, l'appareil de M. Moncoq, disons-nous, a reçu la consécration de l'expérience clinique, en France et à l'étranger. Un certain nombre d'opérations de transfusion réussies portent témoignage, aujourd'hui, que grâce à M. Moncoq le problème pratique est résolu. L'opération faite par M. Béhier suffirait à elle seule pour le prouver.

» Il est vrai que M. Mathieu revendique pour lui ces succès, parce que son appareil à entonnoir supérieur serait, dit-il, usité à l'exclusion de celui de M. Moncoq; mais il faut dire, pour être juste, que cet appareil, auquel M. Mathieu voudrait voir donner son nom, n'est autre qu'une modification, avouée, du reste, par lui, de l'appareil que, dans son catalogue de 1867, il déclare lui-même avoir construit d'*après les idées de M. Moncoq*, dont il était le fabricant.

» En sorte qu'en définitive, si M. Moncoq n'est arrivé à la conception et à la construction de l'appareil pratique qui lui appartient qu'après la Communication faite à l'Académie en 1853 par M. Mathieu, M. Mathieu, de son côté, s'est si bien inspiré de M. Moncoq, qu'il a renoncé à sa première conception de 1853, et que son transfuseur actuel n'est, de son propre aveu, que ce qu'il appelle un *perfectionnement* de celui que M. Moncoq a imaginé.

» Est-ce un perfectionnement véritable d'avoir mis l'entonnoir au-dessus du corps de pompe, au lieu de le laisser en bas, comme l'avait placé M. Moncoq? Il n'entre pas, croyons-nous, dans le rôle de votre Commission de prononcer sur cette question, qui, du reste, ne peut être jugée que par l'expérience.

» Nous devons nous borner exclusivement à l'examen de la question de priorité d'invention qui a été soumise à l'Académie, et sur cette question, voici, pensons-nous, comment la part doit être faite équitablement dans cette discussion.

» M. Mathieu fabricant a, relativement à M. le Dr Moncoq, la priorité de l'idée d'interposer entre deux organismes un appareil mécanique par l'intermédiaire duquel un courant sanguin peut être dirigé des veines de l'un dans les veines de l'autre. M. Moncoq a, lui, la priorité absolue, aussi bien sur M. Mathieu que sur ses autres prédécesseurs, de l'invention d'un mécanisme ingénieux, parfaitement simple et applicable, qui rend aujourd'hui possible l'opération de la transfusion et réalise ainsi, dans l'art de guérir, un progrès important. Évidemment cette ressource ne sera jamais qu'une

ressource extrême; mais M. Béhier, grâce à elle, vient de rallumer le flambeau d'une vie presque éteinte. Un pareil fait en dit plus que ne le feraient de longs commentaires.

» Maintenant, pour rendre justice à qui de droit, dans la mesure que nous permettent les documents qu'il nous a été possible de consulter, nous devons dire que si M. Moncoq a eu son précurseur dans M. Mathieu, M. Mathieu a eu aussi le sien, dans un médecin belge, M. Sotteau, qui a publié en 1847, dans les *Annales et Bulletin de la Société de Médecine de Gand*, un Mémoire *Sur la transfusion du sang et sur un nouvel appareil transfusoire*. Autant qu'on peut en juger par l'analyse que la *Gazette médicale de Paris* donne de ce travail, dans son n° 40 (3 octobre 1847), ce nouvel appareil ressemble beaucoup à celui que M. Mathieu a présenté à l'Académie en 1853; et quel que soit son dispositif exact, chose dont il est assez difficile de bien se rendre compte, en l'absence de planches qui éclaircissent le texte, on y retrouve un corps de pompe, destiné à établir un courant sanguin des veines d'un sujet dans celles d'un autre.

» Il y a plus, M. le Dr Nicolas Duranty nous apprend, dans sa thèse pour le doctorat, parue en 1860, que Daniel Major avait imaginé en 1665 un appareil à transfusion qui a d'assez remarquables analogies avec celui où le moteur du courant sanguin est une vessie en caoutchouc vulcanisée. L'auteur de cette invention avait eu l'ingénieuse idée de mettre à contribution l'élasticité des parois artérielles, pour imprimer le mouvement à la colonne sanguine qu'il faisait passer du corps d'un chien dans celui d'un autre; il se servait pour cela d'un fragment de l'artère vertébrale d'un cheval, qu'il interposait entre deux longs tubes, au moyen desquels la communication était établie entre les deux animaux. Comme on le voit, l'élasticité du fragment de l'artère remplace dans l'appareil de Daniel Major le ressort du caoutchouc.

» En rapportant ces faits, il n'entre nullement dans notre pensée d'en inférer quoi que ce soit qui doive diminuer la part de mérite que peut avoir M. Mathieu dans l'invention des appareils à transfusion. Nous traçons seulement quelques lignes d'histoire, sans aucune intention de critique.

» Aussi bien, du reste, ce que vient de nous apprendre cette courte page de l'histoire de la transfusion se retrouve très-communément dans celle de beaucoup d'autres inventions. Bien souvent une même idée a été conçue par plusieurs, soit dans le même temps, soit à des époques différentes, à l'insu de ceux que l'on peut appeler ses copartageants. Bien souvent aussi une invention n'est qu'en germe dans une première pensée, et ne reçoit son

complet développement que par le concours d'une seconde ou de plusieurs autres.

» De là les revendications si fréquentes de priorité, qui s'expliquent et se comprennent, du reste; car l'invention donne à l'homme la plus grande des satisfactions qu'il puisse éprouver, et ceux qui croient y avoir des droits s'en montrent jaloux et sont comme naturellement portés à les exagérer, sous les incitations de l'amour-propre et de ce certain degré d'aveuglement qu'il cause quelquefois.

» Les réclamations qui ont été portées devant l'Académie, au sujet des appareils à transfusion du sang, étaient établies, de part et d'autre, sur de sérieux motifs. Nous nous sommes efforcés de discerner, au milieu des prétentions qu'on a fait valoir devant nous, ce qui était juste de ce qui péchait par l'exagération, et nous demeurons convaincus d'avoir fait les parts équitables dans les conclusions que nous venons de soumettre au jugement de l'Académie. »

L'Académie décide que ce Rapport sera renvoyé à la Commission de Médecine et de Chirurgie des prix de la fondation Montyon.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur l'illumination des corps opaques par la lumière neutre ou polarisée.* Note de M. A. LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Fizeau, Edmond Becquerel, Jamin.)

« Lorsqu'on fait tomber un faisceau de rayons solaires polarisés sur un corps opaque à surface mate, sans pouvoir réflecteur, on observe des phénomènes complexes, qui conduisent à une confirmation de la théorie de l'illumination des corps transparents, qui a déjà fait l'objet de mes Communications à l'Académie.

» Une première expérience consiste à faire tomber sur une lentille de quartz, de 45 à 50 centimètres de foyer, la lumière solaire émanée d'une fente horizontale. Les rayons traversent un prisme de spath dont la section droite coïncide avec la section principale du cristal biréfringent. On obtient ainsi un spectre complétement polarisé dans le plan de la section principale, qui rencontre la surface horizontale du corps opaque suivant une direction normale ou oblique, mais toujours de manière à obtenir les raies spectrales. La lumière du spectre est alors diffusée dans tous les sens, et reste visible quelle que soit la direction suivant laquelle on l'examine.

Les résultats obtenus en l'analysant avec un Nicol peuvent se grouper en trois catégories, suivant que la substance opaque soumise à l'observation est blanche, colorée ou noire.

» Dans le premier cas, l'analyseur indique que la lumière diffusée est neutre et ne présente aucun signe de polarisation, alors même qu'on vise sous des incidences presque rasantes. La diffusion dans ce cas est un phénomène de fluorescence isochromatique; chaque rayon polarisé du spectre excite la vibration des molécules superficielles du corps. Ces molécules vibrent à l'unisson du rayon incident et émettent de la lumière neutre de même couleur et d'une intensité proportionnelle. Pour obtenir une surface blanche bien mate, le corps est réduit en poudre impalpable et comprimée dans une auge rectangulaire avec un plan d'acier ou d'agate poli. On peut aussi le réduire en pâte claire avec un liquide volatil dans lequel il ne soit pas soluble, tel que l'eau ou l'alcool, et l'étendre en couche uniforme sur une surface polie. Le plâtre, la chaux, la baryte, l'alumine, la céruse, les résines incolores, telles que le copal, la fécule, etc., donnent le même résultat. Remarquons que quelques-unes de ces substances possèdent une légère fluorescence quinique et s'illuminent faiblement en bleu ou vert pâle sous l'influence des rayons ultra-violets, l'oxyde de zinc par exemple.

» Si le corps qui reçoit le spectre ordinaire du spath est coloré, l'analyse polariscopique conduit à de nouvelles conséquences. D'abord les rayons diffusés n'ont plus une intensité proportionnelle à celle des rayons excitateurs. Quelques couleurs prennent un vif éclat, et d'autres éprouvent un notable affaiblissement. Le Nicol indique que les rayons diffusés sont partiellement polarisés, et quelques-uns presque complétement. Supposons qu'on opère sur du cinabre, du minium, de l'oxyde ou de l'iodure de mercure, etc., c'est-à-dire sur une substance rouge ou orangée, le rouge et l'orangé du spectre y sont très-lumineux, le jaune quelquefois très-faible; le vert et les couleurs les plus réfrangibles sont toujours très-affaiblis. L'analyseur diminue peu l'intensité des couleurs vives, tandis que le bleu et le violet s'éteignent presque entièrement. Avec les corps colorés en bleu, tels que l'indigo, les sels de cobalt, etc., les couleurs les moins réfrangibles sont les moins intenses, et la polarisation y est énergique, tandis qu'au delà du vert l'intensité est relativement plus forte et la proportion de lumière polarisée bien moindre.

» La diffusion, dans ce cas, résulte de deux effets distincts : une partie

variable du rayon incident excite la vibration des atomes superficiels et développe une fluorescence, en général, isochromatique; une autre partie du rayon éprouve une sorte de réflexion moléculaire, qui constitue la véritable diffusion. La polarisation du rayon incident y est conservée; la mesure de son intensité et l'orientation du plan de polarisation, variables avec la ligne de visée, indiquent un phénomène identique à celui que nous offrent les corps transparents illuminés. C'est une simple propagation en tous sens du mouvement lumineux incident, de sorte que, suivant une direction déterminée, la vibration de l'éther dans le rayon diffusé est toujours la projection, sur un plan normal à ce rayon, du mouvement vibratoire incident. Si la surface du corps est privée de réflexion cristalline, chaque couleur est diffusée en proportion constante, et la superposition de tous les rayons diffusés qui ont conservé la polarisation reproduirait de la lumière blanche : il n'en est pas de même des rayons disséminés par la fluorescence. Leur intensité est toujours pour les corps colorés une fraction très-variable des rayons incidents, quand on passe d'une couleur à une autre. La superposition de ces rayons neutres, dépourvus de polarisation et possédant les propriétés de la lumière naturelle, reproduit une teinte mixte qui représente la véritable *couleur propre* du corps.

» Ces particularités se vérifient, en dirigeant sur la surface du corps un faisceau de rayons légèrement concentrés par une lentille à long foyer, et polarisés par un prisme biréfringent. La couleur propre du corps est alors lavée de blanc; mais, au travers de l'analyseur convenablement orienté, les rayons blancs s'éteignent, et le corps apparaît avec sa couleur propre, vive et pure, et semblable à celle qu'il possède quand il est éclairé par la lumière atmosphérique. Il faut excepter certains sels de rosaniline et quelques autres matières colorantes cristallisées, dérivées des alcaloïdes du goudron; à l'état d'extrême division, elles conservent un pouvoir réflecteur analogue à celui des métaux, et leur teinte, au travers de l'analyseur, est quelquefois bien différente de celle qu'ils ont quand on les éclaire avec la lumière naturelle.

» Les matières noires, comme le noir de platine, l'oxyde de cuivre, le sulfure de plomb, le noir de fumée, etc., diffusent le spectre à la manière des corps colorés; mais la fluorescence développée par les rayons incidents est toujours isochromatique et égale pour tous les rayons, c'est-à-dire que la superposition de tous les rayons diffusés par fluorescence reconstituerait une partie de la lumière blanche incidente. Ici la fluorescence est faible, et la lumière véritablement diffusée, qui a conservé la po-

larisation, est relativement très-intense. L'absence de toute trace de coloration dans la lumière que diffusent les corps noirs éclairés par un faisceau de lumière blanche polarisée, et faiblement concentrée par une lentille achromatique, donne aux phénomènes de diffusion une grande netteté, et rend ces corps très-précieux pour la mesure de l'intensité des rayons diffusés et la détermination précise de leur plan de polarisation; le noir de fumée surtout, déposé par la flamme sur une glace, est entièrement dénué de pouvoir réflecteur, et il se prête à des mesures rigoureuses.

» Mettons la plaque enfumée horizontalement et éclairons-la par un faisceau de rayons solaires polarisés tombant verticalement. Soient ω l'angle que fait la direction du rayon visuel avec sa projection sur le plan horizontal, et α l'angle de cette projection avec la direction du mouvement vibratoire de l'éther dans le rayon incident. Si l'on admet que la vibration dans le rayon diffusé est la projection de la vibration incidente, et que le mouvement vibratoire se propage avec la même énergie dans toutes les directions, on démontre que l'intensité de la lumière diffusée est proportionnelle à l'expression

$$\frac{1 - \cos^2\omega\cos^2\alpha}{\sin\omega},$$

et qu'en appelant χ l'angle que fait le plan de polarisation du rayon diffusé avec le plan vertical qui contient ce rayon, χ sera déterminé par la relation

$$\tang\chi \tang\alpha = \sin\omega.$$

L'expérience a justifié ces conclusions. L'intensité est mesurée avec le photomètre dont j'ai déjà fait usage dans mes recherches sur les corps transparents; l'angle χ s'obtient avec une grande précision au moyen d'un Nicol armé d'un biquartz, et mobile au centre d'un cercle gradué. Au lieu de maintenir constante la direction du plan de polarisation de la lumière incidente, il est préférable de donner à la plaque enfumée une position verticale et de maintenir la ligne de visée horizontale dans divers azimuts; il suffit de faire tourner le plan de polarisation du faisceau incident, pour donner au rayon diffusé toutes les positions possibles par rapport au rayon incident : les mesures comportent plus de précision et la vérification devient plus facile. On reconnaît que l'inclinaison du faisceau sur la surface noircie n'influe pas sur la direction du plan de polarisation du rayon diffusé, et que cette direction ne dépend que de celle de la vibration dans la lumière incidente. Supposons, par exemple,

que celle-ci rencontre la surface sous une incidence presque rasante et que son plan de polarisation soit vertical, la vibration incidente est presque normale à la surface du noir de fumée, et, suivant le prolongement de cette vibration, on n'observe pas la moindre trace de lumière polarisée. Nous retrouvons ici une vérification expérimentale de l'hypothèse de Fresnel sur la direction du mouvement vibratoire dans un rayon polarisé.

» Pour compléter l'identité des phénomènes d'illumination que nous offrent les corps opaques et les corps transparents, illuminons le noir de fumée avec un faisceau de lumière naturelle. La vibration incidente sera représentée par le cercle enveloppe de toutes les ellipses à orientation variable qui composent le mouvement de la particule d'éther dans la lumière naturelle. D'après l'hypothèse que j'ai admise, le rayon diffusé suivant une direction quelconque faisant un angle ω avec le rayon incident devra contenir une quantité de lumière polarisée proportionnelle à $\sin^2 \omega$, et c'est ce que l'expérience vérifie. Ici encore, on peut faire tomber le faisceau sous une incidence presque rasante, et néanmoins c'est toujours dans une direction normale au faisceau que se trouve le maximum de lumière polarisée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Détermination de l'argile dans la terre arable.* Note de M. Th. Schlœsing.

« Un mélange de particules sableuses calcaires argileuses étant délayé dans l'eau peut être divisé par des lavages et des décantations en une série de lots contenant des particules de plus en plus ténues; l'opération s'appelle une *lévigation*. Les particules sont ainsi classées d'après la durée de leur suspension dans l'eau, c'est-à-dire d'après leur volume, mais non selon leur nature propre : le dernier lot, par exemple, celui qui retient l'*argile*, renferme, en réalité, tout ce qui est d'une extrême ténuité, sable, calcaire ou véritable argile.

» Le volume des particules a sans doute une grande influence sur les qualités d'une terre, mais leur nature en exerce une plus grande encore : deux terres semblables sous le rapport des volumes des particules et qui donneront à la lévigation les mêmes résultats seront absolument différentes, si le dernier lot consiste, pour l'une en argile, et pour l'autre en un mélange où domine le sable fin; en effet, le sable le plus ténu est dénué de cohésion, et ne peut remplir dans un sol les fonctions de ciment dévolues à l'argile.

» Considérée comme moyen d'analyse, la lévigation présente donc de graves imperfections, signalées, du reste, par d'éminents agronomes, sur-

tout par de Gasparin. Si elle détermine avec une approximation suffisante les éléments sableux, elle ne mérite aucune confiance quant au dosage de l'argile, à moins qu'on ne consente à donner à un mélange indéterminé d'éléments divers, qui n'ont de commun que leur ténuité, un nom qui n'appartient qu'à certains silicates d'alumine hydratés.

» Il est devenu possible d'écarter les erreurs si manifestes de la lévigation, depuis qu'on connaît la propriété remarquable des argiles de rester en suspension indéfinie dans l'eau pure après une préparation convenable. L'argile d'une terre étant mise en cet état, on devient maître du temps, et l'on peut abandonner au repos un mélange d'argile et de sable très-fin, jusqu'à ce que celui-ci soit entièrement déposé. J'ai déjà mentionné ce perfectionnement de l'analyse des terres dans une Communication sur les propriétés des limons (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 1345; 1870). Depuis lors, j'en ai fait l'application aux terres les plus diverses, et je suis arrivé à instituer de nouveaux moyens d'analyse assez éprouvés aujourd'hui pour être publiés.

» Je ne change rien aux opérations connues qui fournissent la terre proprement dite, séparée des graviers et débris organiques. On en prend 5 grammes; la terre pesée, placée dans une capsule, arrosée d'un peu d'eau et pétrie, est transformée en pâte ferme qu'on réunit en un seul tas. La capsule ayant été remplie à moitié d'eau pure, on délaye la terre en la frottant légèrement avec le doigt. Quand l'eau est chargée de matière en suspension, on la décante sans entraîner le sable mis à nu, on la remplace par de nouvelle eau et l'on continue le délayage. Finalement, la capsule ne contient plus que du sable que l'on frotte à son tour jusqu'à ce qu'il ne cède plus rien à l'eau : on le verse alors dans le vase où sont réunies toutes les eaux décantées. C'est dans ce vase qu'on fait, selon les errements convenus, la séparation du gros sable, par décantations et lavages. On le sèche, on le pèse, on y détermine le sable calcaire, les débris organiques, etc....

» Le sable fin, le calcaire terreux et l'argile se trouvent réunis dans un volume d'eau de 300 à 400 centimètres cubes. On y verse de l'acide nitrique, par petites quantités successives, en agitant chaque fois à plusieurs reprises, jusqu'à ce que, le calcaire étant détruit, le liquide demeure sensiblement acide. Dès le début de ce traitement, on observe que le liquide, resté trouble après les décantations, s'éclaircit rapidement par le repos : l'argile est en effet coagulée par le sel calcaire formé; mais ce fait se reproduit avec la même régularité, quand la terre est absolument dépourvue de calcaire; il

est dû alors à la seule présence de l'acide libre : il est facile de constater que des traces d'acide chlorhydrique, nitrique ou sulfurique coagulent l'argile en suspension aussi bien que les sels calcaires ou magnésiens.

» Après le traitement par l'acide, on filtre le mélange d'argile et de sable fin, et on lave. L'élimination du sel calcaire et de l'excès d'acide est achevée, lorsque le liquide filtré passe trouble et que la filtration devient difficile : l'argile a repris alors sa propriété colloïdale de s'étendre dans l'eau pure; cependant elle n'est pas encore assez préparée pour la mise en suspension. L'argile possède une certaine tendance à s'unir aux humates du terreau pour former probablement une de ces combinaisons entre colloïdes signalées par Graham. Quand une terre a été traitée par un acide, l'acide humique devenu libre, mais restant insoluble, demeure dans l'argile, en cimente les particules et l'empêche, au moins partiellement, d'entrer en suspension : il faut détruire le ciment humique en le dissolvant par un alcali. Un exemple frappant de cette nécessité m'a été fourni par la terre d'un bois dépourvue de calcaire : délayée dans l'eau, avant ou après traitement par un acide, elle ne lui abandonnait pas trace d'argile; mais, aussitôt qu'elle subissait l'action de l'ammoniaque, elle cédait à l'eau à la fois de l'argile et des humates.

» Notre mélange de sable fin et d'argile doit donc digérer avec de l'ammoniaque. Pour cela, on le fait tomber, avec la pissette à jet, du filtre dans un vase à précipité de 2 litres ; la dépense de la pissette pour nettoyage du papier est, au plus, de 150 centimètres cubes. Sur la matière, on verse de 1 à 2 centimètres cubes d'ammoniaque liquide, et on laisse digérer une heure environ; puis on remplit le vase d'eau pure, on agite, et on laisse reposer pendant vingt-quatre heures. Après ce temps, la proportion de sable qui demeure encore suspendu est négligeable. Le liquide argileux peut être décanté tout entier, à quelques centimètres cubes près, par un siphon; le dépôt est alors transvasé, au moyen de la pissette, dans une capsule, séché, pesé : c'est le sable fin, que l'on confond d'ordinaire avec l'argile. On remarque, le plus souvent, à sa surface une pellicule brune, que la dessiccation contracte et sépare nettement du sable; elle consiste principalement en matière organique, riche en oxyde de fer, comme le témoigne la combustion. Le sable doit être, à très-peu près, dépourvu de cohésion ; c'est le signe que l'argile en a été bien séparée.

» Le liquide argileux est coloré, par un humate multiple, d'ammoniaque, d'oxyde de fer, d'alumine. En neutralisant l'ammoniaque et acidifiant légèrement, on précipiterait à la fois l'argile et la matière organique;

le dosage de l'argile serait trop élevé. Il vaut mieux séparer, autant que possible, les deux colloïdes, en dissolvant quelques grammes de chlorhydrate d'ammoniaque dans le liquide alcalin : l'argile est coagulée et l'humate demeure dissous; toutefois l'argile en entraîne une petite quantité. Lorsque le liquide a été clarifié par un repos suffisant, on en décante le plus possible; le reste est versé avec l'argile sur un filtre taré; on lave, on sèche à 100 degrés et l'on pèse. La dose de chlorhydrate nécessaire pour coaguler l'argile varie selon la quantité d'humate en dissolution; il en faut jusqu'à 20 grammes quand celui-ci est très-abondant, ce qui démontre une fois de plus l'attraction que le colloïde humique exerce sur le colloïde minéral.

» Le dosage de l'argile, dans un grand nombre de sols, m'a montré combien sont exagérés les nombres qui représentent ses proportions dans la plupart des analyses reproduites par les ouvrages d'Agriculture ou de Chimie agricole. Une terre est déjà forte quand elle renferme 16 à 20 pour 100 d'argile réelle; la proportion maxima m'a été donnée par une terre de Vaujours, tellement forte, qu'on se borne à la remuer avec la fourche; elle contient 35 pour 100 d'argile : il y a loin de ce chiffre à ceux de 60, 70 et 80 cités dans les livres.

» L'emploi de l'ammoniaque et, en général, des alcalis, pour la mise en suspension de l'argile m'a fourni quelques observations intéressantes, très-utiles pour l'analyse des argiles de toute espèce qu'on trouve dans la nature; n'ayant plus assez d'espace pour les rapporter aujourd'hui, j'en ferai l'objet d'une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur la gravitation, sur la cohésion et sur les distances des centres des molécules.* Mémoire de M. G. West. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires pour ce Mémoire et pour tous les précédents du même auteur : MM. Edm. Becquerel, Wurtz, Berthelot, Resal. M. Yvon Villarceau est joint à la Commission.)

« Le premier enseignement dû à l'observation est que la caloricité des corps est tout atomique; la matière pondérable ne participe pas aux vibrations dont la chaleur est la manifestation; ces vibrations sont exclusivement celles de l'éther, aussi bien dans les intervalles moléculaires que dans les intervalles sidéraux.

» L'éther, par ses battements vibratoires, imprime une pression aux corps pondérables. Deux corps pondérables en présence remplissent, l'un à l'égard de l'autre, le rôle d'écran; leurs faces en regard étant moins battues que

leurs faces opposées, ces corps obéissent à une double propulsion extérieure dont l'effet est la gravitation. Cette explication s'étend à la cohésion. La gravitation et la cohésion sont des manifestations d'une même force, suivant que cette force s'exerce aux distances des astres, ou bien aux distances des molécules. L'intensité et la loi connues de la gravitation s'étendent à la cohésion.

» Le second enseignement dû à l'observation est que la quantité totale de travail qu'une calorie applique à une masse d'azote, en l'élevant d'un degré de température, diffère de la quantité de travail que cette masse en se dilatant exerce sur l'atmosphère; la différence représente le travail nécessaire pour vaincre la cohésion de la masse de gaz.

» Or, comme on connaît l'intensité de la cohésion et la loi suivant laquelle elle s'exerce, puisque ce sont celles de la gravitation; comme on connaît la dilatation de la masse d'azote sous l'influence d'une calorie, on peut établir, en fonction de la distance des centres moléculaires, une expression de la quantité de travail nécessaire pour vaincre la cohésion de la masse d'azote. Comme d'ailleurs cette quantité de travail est une donnée de l'expérience, si l'on pose l'égalité entre l'expression de cette quantité en fonction de la distance des centres moléculaires et la donnée expérimentale, on trouve, en résolvant cette équation, que cette distance, qui est la même pour tous les gaz dans les conditions normales de température et de pression, équivaut à 665×10^{-9} mètres. Dans l'eau, à la température du maximum de densité, la distance des centres moléculaires est 62×10^{-9} mètres. Enfin, dans tous les équivalents chimiques de la série où le poids de l'équivalent de l'hydrogène est 10 grammes, le nombre des molécules est invariablement de 761×10^{15}.

» Le troisième enseignement dû à l'observation est que, dans les substances amenées à une commune dilatabilité, les volumes de leurs équivalents sont commensurables entre eux. Leur commune mesure correspond à des sous-molécules d'égal volume et qui, pour l'eau à zéro, sont à peu près équivalentes à un cube de 14×10^{-9} mètres de côté. »

BOTANIQUE. — *Organogénie comparée de l'androcée dans ses rapports avec les affinités naturelles (classes des Polygalinées et des Æsculinées)*; par M. **Ad. Chatin.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Les Polygalinées ne comprennent que deux familles, les Trémandrées et les Polygalées.

» I. Les Trémandrées, formées du *Tremandra* et du *Tetratheca*, ont des anthères poricides sans cellules fibreuses et parfois à quatre loges par la persistance de la cloison des logettes. Leurs étamines, au nombre de huit ou de dix, sont dites à tort *géminées* devant les pétales.

» Le *Tremandra* produit, peu après la naissance des pétales et en une seule fois comme pour ces derniers, cinq mamelons staminaux oppositisépales; peu après apparaissent, simultanément aussi et sur un cercle plus extérieur, les cinq étamines opposées aux pétales. L'évolution centrifuge de l'androcée et la position externe du verticille superposé aux pétales classent nettement le *Tremandra* parmi les plantes du type obdiplostémone ou caryophyllé. Ici nul doute sur ce point : les étamines ne sont pas géminées.

» Dans le *Tetratheca* comme dans le *Tremandra*, les étamines sont en nombre double des parties des enveloppes florales, mais leur production et leur position sont très-différentes. Le *Tetratheca*, en effet, montre toutes ses étamines à la fois, sur un seul cercle, et l'on ne peut dire qu'elles répondent aux deux verticilles du *Tetrandra*, car elles se montrent habituellement, non devant, mais aux côtés des sépales et des pétales. Il m'a toutefois paru qu'au premier âge elles représentent des couples oppositisépales; plus tard les pétales, devenus grands, embrassent chacun, par leurs côtés infléchis, deux étamines appartenant respectivement à des couples distincts, et c'est là ce qui a fait regarder les étamines du *Tetratheca* comme étant disposées par paires oppositisépales.

» Il y aurait donc, chez le *Tetratheca*, avortement du verticille dernier-né ou oppositipétale du *Tremandra*, en même temps que production, sur les côtés de chaque sépale, de deux étamines au lieu d'une seule. Ces couples d'étamines représentent l'androcée du *Rumex*, avec la différence que dans ce dernier les éléments des couples naissent et restent plus rapprochés.

» En résumé, le *Tremandra* est clairement diplostémone; le *Tetratheca* est isostémone par avortement congénital du verticille oppositipétale du *Tremandra*, mais avec remplacement de chacune des étamines sépalaires par deux étamines qui se montrent tout d'abord distinctes.

» II. Rattachées aux Trémandrées par leurs anthères poricides, les Polygalées en diffèrent par la structure même de ces anthères, lesquelles, assez exceptionnellement parmi celles offrant ce mode de déhiscence, ont leur mésothèque fibreuse. Les Polygalées se distinguent encore dans leur classe, pour ne parler que de l'androcée, par le nombre, la disposition et le mode d'évolution des étamines.

» Le *Polygala*, bien qu'il soit à fleur quinaire, n'a que huit étamines, lesquelles se montrent en trois fois (non en deux fois comme on l'a signalé), savoir d'abord quatre devant les sépales antérieurs et les latéraux, puis deux devant les pétales latéraux (à existence éphémère), enfin les deux dernières devant les pétales postérieurs. Quant aux deux étamines qui, d'après le type floral, devraient se superposer au sépale postérieur et au pétale antérieur (lequel formera la carène de la fleur), elles sont atteintes d'avortement congénital. Du reste, bien que plus tard unisériées, les étamines naissent sur deux cercles concentriques, celles qui sont oppositipétales appartenant au cercle extérieur. L'évolution de l'androcée est donc centrifuge ici comme dans le *Tremandra*.

» Les huit étamines du *Muraltia* sont placées comme celles du *Polygala* et apparaissent dans le même ordre; mais c'est plus difficilement que l'on peut constater que l'apparition des étamines superposées aux pétales postérieurs, au lieu d'être simultanée avec celle des étamines pétalaires latérales, leur est consécutive.

» Le *Securidaca* a ses huit étamines disposées comme celles du *Polygala* et du *Muraltia*. On peut croire, sous réserve de vérification, que les Polygalées réduites à quatre ou à six étamines sont des Polygalées octandres dont l'androcée s'est arrêté à sa première ou à sa seconde phase de formation. En négligeant l'étamine qui manque à chacun des verticilles du *Polygala*, le *Salomonia* représenterait l'état isostémone de ce dernier.

» En somme, les Polygalinées se rattachent par leur androcée à type obdiplostémone aux Géranioïdées, en même temps qu'elles tiennent par les modifications de leur androcée aux Æsculinées, avec lesquelles les confond Lindley dans ses *Sapindales*. Le *Tropæolum* réduit à huit étamines, comme les Polygalées, les Sapindacées, etc., et aux trois carpelles de la plupart des Æsculinées, sert de lien entre toutes ces plantes; son androcée diffère d'ailleurs de celui du *Polygala* en ce qu'il n'y manque aucune des étamines sépalaires, mais deux étamines pétalaires, l'antérieure comme dans les Polygalées, plus l'une des deux postérieures.

» III. Les Æsculinées comprennent, sans compter les Tropæolées, les Malpighiacées, Acérinées, Hippocastanées, Sapindacées, ? Vochysiées et ? Rhizobolées.

» Les Malpighiacées ont, pour cinq sépales et cinq pétales, de cinq à dix étamines. Identique à celui des Géraniacées et des Trémandrées, le type staminal se montre complet dans les *Banisteria*, *Heteropteris*, *Malpighia* et, sans doute, dans un grand nombre d'autres genres diplostémones.

» Les dix étamines du *Banisteria* naissent en deux fois et sur deux cercles assez distincts, les premiers mamelons formés étant ceux des cinq étamines oppositisépales, lesquelles constituent le plus interne des deux verticilles. Par suite d'une irrégularité de développement consécutive à la naissance, les étamines postérieures sont habituellement plus courtes que les antérieures.

» L'androgénie de l'*Heteropteris* ne diffère pas de celle du *Banisteria*. Dans le *Bunchisia* et le *Malpighia*, l'inégalité se réduit à peu près à ceci : que les étamines oppositipétales sont régulièrement les plus courtes, comme c'est le cas ordinaire dans les fleurs diplostémones à évolution des étamines centrifuge.

» Le *Gaudichaudia* n'a que les cinq étamines sépalaires et premières-nées du *Malpighia*; encore deux de ces étamines sont-elles ordinairement stériles. Entre le *Gaudichaudia* isostémone et les Malpighiacées diplostémones se place le *Dinemandra*, dont les étamines pétalaires sont réduites à l'état de staminodes.

» IV. Le type des Sapindacées est aussi quinaire, mais il semble ordinairement être quaternaire, par la soudure (congénitale) de deux des sépales, par l'avortement du pétale alterne et la réduction des étamines au nombre de 8.

» C'est en trois fois (et non en deux) que le *Koelreuteria* produit ses étamines. Les premières qui apparaissent sont les cinq étamines superposées aux sépales; elles naissent ensemble; viennent ensuite les deux étamines pétalaires moyennes ou latérales, enfin l'une des deux étamines postérieures, les places de la seconde pétalaire postérieure et de l'antérieure restant vides, comme dans le *Tropæolum*, lequel d'ailleurs produit en cinq phases distinctes son verticille opposé au calice. J'ai vu le *Koelreuteria*, comme le *Tropæolum*, montrer accidentellement une neuvième étamine, qui était la seconde pétalaire postérieure : la seule qui manquât alors était donc la pétalaire antérieure.

» La formation de l'androcée de l'*Urvillea* diffère de celle observée dans le *Koelreuteria*, en ce qu'elle se partage en quatre phases et non en trois, l'étamine sépalaire postérieure n'apparaissant qu'après les autres étamines du même verticille.

» Quant au *Cardiospermum*, il montre ses mamelons staminaux fort irrégulièrement, ainsi que l'a vu Payer d'une façon générale. En effet, il se produit d'abord, à intervalles très-rapprochés, une première, puis une deuxième étamine pétalaire; viennent alors à la fois les cinq étamines su-

perposées aux sépales, et enfin la troisième étamine pétalaire : ici encore ce sont l'étamine pétalaire antérieure et l'une des postérieures qui font défaut.

» V. Les Hippocastanées ont ordinairement sept étamines qui semblent former un seul verticille; mais l'organogénie montre que cinq de celles-ci sont superposées aux sépales, naissent ensemble les premières et constituent le verticille le plus interne, tandis que les deux autres appartiennent à un verticille externe, n'apparaissent qu'après les précédentes et se produisent en deux fois, savoir, la première devant l'un des pétales latéraux et la seconde devant l'un des pétales postérieurs; cette dernière peut même ne pas se montrer, et alors l'androcée est réduit à six étamines.

» Je n'ai pas observé de couples d'étamines à la place de l'étamine pétalaire latérale; mais j'ai vu une troisième étamine pétalaire apparaître devant le second pétale latéral, l'androcée ainsi constitué ne différant plus alors de celui du *Tropæolum*, du *Koelreuteria*, etc., quant à la position de ses huit éléments.

» VI. Les Acérinées ont le plus souvent, comme les Tropæolées et les Sapindacées, huit étamines qui se présentent dans la fleur sur un seul rang. Cinq de ces étamines apparaissent les premières et ensemble, parfois assez exactement devant les sépales, plus souvent un peu déviées : ce sont les étamines sépalaires, formant ici le verticille interne, comme dans les Sapindacées et les Malpighiacées; trois autres étamines se montrent ensuite, aussi un peu déviées, devant les pétales latéraux et l'un des pétales postérieurs. Payer admet que trois des étamines sépalaires et les trois pétalaires, bien que nées successivement, forment des couples (?) superposés à trois des sépales, comme dans le *Rheum*.

» VII. Toutes réserves faites, par défaut d'observations, en ce qui touche les Rhizobolées polystémones et les Vochysiées méiostémones, dont la seule étamine fertile et oppositipétale paraît répondre à l'étamine première-née du *Cardiospermum*, ces familles n'étant d'ailleurs annexées aux Æsculinées qu'avec un point de doute, on voit que les Æsculinées, après avoir présenté avec netteté le type obdiplostémone dans les Malpighiacées, passent, par une altération consistant ordinairement en l'avortement de deux des étamines pétalaires, à des états dans lesquels le type symétrique premier, devenu méconnaissable, ne peut être reconstitué que par l'organogénie. »

VITICULTURE. — *Influence des chaleurs printanières sur le* Phylloxera vastatrix. Note de M. M. Cornu.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« On sait que, lorsque le sol se réchauffe au printemps et que la végétation se réveille, le Phylloxera, qui était de couleur brune, très-petit et engourdi, se montre tout à coup aux regards, coloré en jaune vif; il est devenu plus gros et il se déplace à la surface des racines avec rapidité. J'ai étudié spécialement cet état et j'ai montré que ce changement est produit par une mue, la première que subit l'insecte depuis son éclosion (*Comptes rendus*, avril 1873); que l'insecte hiverne à l'état de jeune et non à un état particulier; qu'il dépouille la peau du jeune et continue à s'accroître. J'ai établi aussi que la température seule et non la modification de composition des liquides nourriciers, due à la cessation ou à la reprise de la végétation, suffit à déterminer ce changement d'état dans un sens ou dans l'autre; qu'on peut artificiellement, peu de temps même après l'engourdissement hivernal de l'insecte, produire le réveil du Phylloxera et lui rendre l'activité organique de la saison d'été (*Comptes rendus*, octobre, novembre, décembre 1873).

» Il n'a pas été possible, faute d'une installation commode, de déterminer avec certitude quelle température minimum est nécessaire pour déterminer ce réveil. Pour avoir quelques données sur cette température si importante à connaître, j'ai tâché de préciser celle qui est nécessaire pour produire le phénomène *inverse*, le passage de la période d'activité à la période d'engourdissement. J'ai trouvé qu'entre 8 et 12 degrés on observe, *à la fois*, des mères pondeuses et des individus venant de s'accroître et s'engourdissant les uns après les autres dans le sommeil hivernal. Les observations furent faites dans une chambre non chauffée, dont la température, suivant l'abaissement graduel dû à la marche de la saison, ne subissait pas les variations diurnes et nocturnes si sensibles au dehors. Dans les premiers jours d'avril, des observations analogues furent faites en sens inverse, pour étudier le réveil du Phylloxera. Le moment de ce réveil, s'il était connu avec précision, donnerait certainement des indications précieuses aux viticulteurs; en effet, si l'on pouvait détruire l'insecte non encore muni d'œufs avant que la vigne, entrée en végétation, fût devenue sensible à son tour aux divers agents toxiques destinés au Phylloxera, l'étude des dosages des substances diverses serait bien simplifiée et

la question aurait fait un grand pas. J'ai le premier signalé cette direction aux recherches dans le mois d'avril de l'année dernière, et c'est dans le but de la suivre que j'ai tenté d'étudier avec précision ce qui se rapporte à l'hibernation du Phylloxera, dans les dernières semaines de l'année passée (*Comptes rendus*, décembre 1873) et dans les premiers jours du printemps de cette année.

» Quatre fragments de racines chargées de Phylloxeras furent récoltés dans le palus de Bordeaux, le 6 avril dernier. Les insectes étaient tous à l'état hibernant; ils furent placés dans un flacon et maintenus dans ma chambre, où la température d'un thermomètre placé à côté se maintint constamment aux environs de 10 degrés, sans dépasser beaucoup 11 degrés, mais sans atteindre 12 degrés; elle descendit peu au dessous de 10 degrés. Le temps était, au dehors, pluvieux et froid; la température de la chambre ne fut pas modifiée par le soleil, qui brillait parfois pendant de courts espaces; les fenêtres étaient dirigées vers le nord; il ne fut pas fait de feu.

» Dans ces conditions, après sept jours, trois individus se présentaient avec une couleur jaune éclatant, mais trois seulement, et sur une seule des racines : ils avaient accompli leur première mue. Lors de la récolte des racines, aucun insecte ne s'était montré encore dans cet état, quoique la température du mois de mars eût été très-chaude à Bordeaux. Le changement d'état a donc pu être produit et s'effectuer, grâce à une température moyenne voisine de 10 degrés. Il est à remarquer que le passage de l'état d'engourdissement à l'état actif a lieu exactement entre les mêmes limites que le passage inverse, de même que le changement d'un corps de l'état solide à l'état liquide et de l'état liquide à l'état solide a lieu à la même température.

» Suivant la nature et la conductibilité du sol pour la chaleur, le Phylloxera se réveillera plus tôt ou plus tard dans une même contrée. Dans le palus de Bordeaux, où le terrain est humide généralement et argileux, je n'ai pu observer, du 6 au 13 avril, aucun insecte jaune et agile. M. le professeur Azam en avait vu déjà plusieurs à cet état dans les vignes, dans des conditions différentes. A Cognac, plus au nord, le 13 avril dernier, j'ai vu que le réveil s'effectuait sur plusieurs points. Il est vrai que le sol n'a qu'un petit nombre de décimètres d'épaisseur, que les racines sont très-rapprochées de la surface, et que la façon printanière, déjà faite, déchausse le pied du cep, de façon à rapprocher le système radical de l'atmosphère et de la surface échauffée par les rayons du soleil. Ajoutons que

le sous-sol est une roche calcaire et que l'ensemble se réchauffe plus aisément. La Géographie botanique nous apprend que, sur les terrains calcaires, les espèces méridionales s'avancent plus loin vers le nord que sur tout autre terrain ; dans la vie du Phylloxera, ce fait se traduirait par un réveil plus précoce.

» A Montpellier, le 19 avril, au mas de las Sorres, le Phylloxera se trouvait à peu près au même état que l'année dernière à pareille époque, quoiqu'un peu en retard cette année ; quelques individus se montraient agiles et colorés en jaune vif : ils avaient accompli leur première mue ; aucun n'en était à sa deuxième mue; il n'y avait pas d'œufs. Ces observations furent faites sur des racines prises à une profondeur de 30 à 40 centimètres. Les jeunes sarments avaient une longueur de 20 à 30 centimètres ; une différence se faisait déjà sentir entre les vignes malades et les vignes traitées efficacement par quelques-uns des procédés étudiés par la Commission départementale de l'Hérault.

» M. J.-E. Planchon m'a dit avoir observé quelques œufs pendant l'hiver à Montpellier, où les journées d'hiver sont souvent éclairées par un soleil radieux; le réchauffement du sol peut permettre à quelques individus, placés dans des conditions convenables, de se réveiller, de se développer et de pondre.

» L'état d'hibernation n'est donc qu'un arrêt de développement de l'insecte, qui a lieu quand la température descend au-dessous de 10 degrés environ; cet arrêt cesse, quand la température s'élève au-dessus de cette limite; le changement d'état se montre à des époques diverses, dans les diverses conditions de sol, sous-sol, profondeur, climat, année, etc.

» Comme tous les insectes d'une même racine n'effectuent pas leur mue printanière en même temps et qu'il faut un certain intervalle pour que tous les individus hibernants se soient transformés, le mot *réveil* n'a pas une précision très-grande, non-seulement pour une région tout entière, mais encore pour un point déterminé ; quelques insectes sont encore à l'état de repos quand d'autres, les premiers transformés, ont déjà pondu quelques œufs. A cette époque, en général, un grand nombre ont déjà passé à l'état jaune ; il convient donc de prendre comme moyenne l'instant où les plus avancés ont déjà pondu et où les retardataires vont opérer leur première mue; on définirait ainsi d'une façon assez claire le milieu de l'intervalle qu'exige la transformation de la totalité des insectes dans une localité donnée. Pour une même région, pour un département, on prendrait, de même, une moyenne, les terrains profonds et froids étant

en retard, les terrains peu profonds et facilement réchauffés étant en avance.

» Toutes choses égales d'ailleurs, on pourrait assigner comme date moyenne probable du réveil, ainsi défini ailleurs, instinctivement, par les viticulteurs, le 15 avril pour l'Hérault, Montpellier et environs, et pour les Bouches-du-Rhône. Les observations de M. Faucon concordaient exactement l'année dernière avec les miennes. Dans la Gironde et la Charente, ce changement se produirait le 1[er] mai; mais ces dates comportent probablement une semaine de variation dans un sens ou dans l'autre, selon qu'il s'agit de terrains facilement ou difficilement réchauffés.

» Ces nombres indiquent seulement la marche générale du phénomène.

» Il y a un caractère facile à observer qui permet, à l'aide d'une bonne loupe, de reconnaître si le Phylloxera va bientôt changer d'état, s'il est temps de commencer l'attaque, tout en ayant un peu de temps devant soi pour appliquer le traitement.

» J'ai pu vérifier dans ma chambre, par le réchauffement naturel des insectes, comme dans les vignobles, le fait que j'avais signalé, l'année dernière (*Comptes rendus*, 29 décembre 1873, p. 1537), dans mes expériences sur le réchauffement artificiel des individus hibernants. La mue est précédée d'un gonflement tout particulier des insectes; au lieu d'être aplatis et un peu concaves, ils deviennent dodus et gonflés, un peu transparents et non mats, ce qui modifie légèrement leur apparence : cette disposition devient générale; j'ignore combien elle dure. Dans mes expériences, où la température s'élève jusqu'à 40 degrés et ne tombe pas au-dessous de 25, elle précède d'un jour, au moins, la première transformation; dans les vignobles, il est certain que l'intervalle est beaucoup plus long, car le réchauffement y est bien moins rapide et moins intense. Le gonflement permet donc de juger du réveil imminent des insectes : c'est un signe d'accroissement; car, à cet état, le Phylloxera puise avec énergie les sucs de la plante, son activité organique est *déjà* réveillée. Il est donc capable d'absorber aussi les principes toxiques déposés dans le sol et cette remarque a un intérêt pratique.

» Comment se comporte la vigne pendant ce réchauffement? Quelle est sa résistance aux agents toxiques à ces divers moments? Les expériences que j'ai pu faire *cet hiver* ont été, pour diverses causes, trop peu nombreuses et trop peu précises. Pour des observations délicates, il eût fallu une installation spéciale; faute de ces observations, les résultats théoriques

n'ont pu être connus ni appliqués au printemps actuel; c'est une année de perdue pour les traitements printaniers; mais ce n'est ni à la Commission ni à son délégué que le reproche doit en être adressé. Maintenant que les causes qui arrêtaient leurs travaux sont écartées, j'aurai l'honneur de lui soumettre la série des expériences théoriques qui me paraissent de nature à éclairer et à diriger les praticiens dans la recherche et l'application des remèdes contre la maladie de la vigne. »

M. Boutin adresse une Note renfermant des analyses comparatives des racines de la vigne à l'état sain et de la vigne envahie par le Phylloxera. Il ne trouve pas de grandes différences au point de vue des produits organiques enlevés par l'eau et l'alcool, mais la vigne attaquée présente un grand appauvrissement dans la quantité de potasse. L'auteur propose pour combattre le Phylloxera d'employer des engrais contenant une grande quantité de potasse.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. V. Regnauld, M. Montjaltard, M. Lebraud, M. Prot. Potocki, M. Beaume, M. de Laval, M. Crehenac adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

Ces Communications sont renvoyées à la Commission du Phylloxera.

M. T. Martin adresse pour le concours des prix de Médecine et Chirurgie un Mémoire ayant pour titre : « Sur les hydropisies (ascite, anasarque, leucophlegmasie) et leur traitement en Algérie ».

(Renvoi à la Commission.)

M. E. Martin adresse une Note sur l'emploi de l'électricité pour l'inflammation rapide des substances destinées à produire les nuages artificiels.

Cette proposition sera soumise à l'examen de MM. Decaisne et P. Thenard.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de MM. *N. Joly* et *A. Peyrat* intitulée : « Une Visite à Millie-Christine ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales des équations différentielles des courbes qui ont une même surface polaire.* Note de M. l'abbé **Aoust**, présentée par M. Le Verrier (1).

« La recherche des courbes qui ont une même surface polaire, lieu des intersections successives des plans normaux à ces courbes, dépend du Calcul intégral; elle se lie intimement à plusieurs questions de la théorie des surfaces, et, entre autres, à la détermination des surfaces dont toutes les lignes de courbure d'une série sont planes; elle se lie aussi à plusieurs problèmes sur les courbes non planes, tels que le problème de courbes parallèles.

» Le but de cette Note est de montrer comment on obtient les intégrales générales des équations différentielles des courbes de la question posée au moyen des équations que nous avons données (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 978; 1870) du problème généralisé des *roulettes*, consistant à trouver, sous forme finie, les équations de la courbe décrite par un point lié avec une courbe non plane dans le cas où cette courbe, entraînant le point décrivant, roule sur une courbe également non plane sous cette condition que les plans osculateurs des deux courbes coïncident à chaque instant.

» 1° *Équations différentielles.* — Soient les équations de l'arête de rebroussement de la surface polaire

$$(1) \qquad x' = \varphi(t), \quad y' = \varphi_1(t), \quad z' = \varphi_2(t),$$

t étant la variable qui fixe la position du point; x', y', z' les coordonnées d'un point quelconque de cette courbe; x, y, z les coordonnées du point correspondant de la courbe cherchée. Nous appelons C′, C la première et la seconde de ces deux courbes. Soient τ, ρ, ν la tangente, le rayon de courbure est la binormale de la courbe C; $d\varepsilon$, $d\omega$, $d\theta$ les angles de première, de deuxième et de troisième courbure; ds la différentielle de l'arc; nous représentons par les mêmes lettres accentuées les éléments correspondants de la courbe C′. Il est évident que les coordonnées x', y', z' de l'arête C′ sont données par les équations du plan normal à la courbe C supposée connue, et les dérivées première et seconde de cette équation. Si l'on représente ces trois équations par

$$(2) \qquad N = 0, \quad N' = 0, \quad N'' = 0,$$

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

le système de ces trois équations, dans lesquelles x', y', z' sont remplacées par leurs valeurs en fonction de t tirées des équations (1), représente les équations différentielles des courbes cherchées; on a donc à intégrer un système de trois équations simultanées du premier, du deuxième et du troisième ordre.

» 2° *Intégrales*. — La méthode analytique que nous suivons pour arriver à l'intégration des équations (2) est simple; nous la faisons dépendre de l'équation

$$(3)\qquad \rho + \frac{d}{d'\varepsilon}\left(\frac{d\rho}{d\varepsilon'}\right) = \rho',$$

qui est une conséquence des équations (2) et dans laquelle le rayon de courbure ρ' de la courbe C' est connu en fonction de la variable ε', en représentant par ε' l'intégrale de $d\varepsilon'$. En effet, par suite des équations (1), ρ' est connu en fonction de t; d'une autre part, $\frac{d\varepsilon'}{dt}$ est aussi connu en fonction de t; l'intégration de cette dernière équation, dans laquelle les variables sont séparées, donne ε' en fonction de t et d'une constante arbitraire ε'_0, et, conséquemment, ρ' en fonction de ε'; l'équation (3), qui est linéaire du second ordre à coefficients constants entre les deux variables ρ' et ε', et dont le second membre est une fonction de ε', est donc *l'équation résolvante*.

» Cette équation s'intègre immédiatement, et si l'on représente par a et b les constantes introduites par l'intégration, on obtient l'intégrale suivante :

$$(4)\qquad \rho = a\sin\varepsilon' + b\cos\varepsilon' + \sin\varepsilon'\int\rho'\cos\varepsilon'\,d\varepsilon' - \cos\varepsilon'\int\rho'\sin\varepsilon'\,d\varepsilon'.$$

Les équations (2) interprétées apprennent que le point de la courbe C', le point correspondant de la courbe C et son centre de courbure forment un triangle rectangle dont les deux côtés de l'angle droit sont le rayon de courbure ρ de la courbe C et la distance $-\frac{d\rho}{d\varepsilon'}$ du centre de courbure de cette courbe au point correspondant de la courbe C', et que, par conséquent, si l'on projette le périmètre de ce triangle sur les trois axes des x, y, z, on a les trois équations contenues dans le type suivant :

$$(5)\quad \begin{cases} x' - x = [\sin\varepsilon'\cos(\rho', x) - \cos\varepsilon'\cos(\tau', x)](a + \int\rho'\cos\varepsilon'\,d\varepsilon') \\ \qquad + [\cos\varepsilon'\cos(\rho', x) + \sin\varepsilon'\cos(\tau', x)](b - \int\rho'\sin\varepsilon'\,d\varepsilon'). \end{cases}$$

Or, comme x', y', z' sont donnés en fonction de t en vertu des équa-

tions (1), qu'il en est de même des cosinus des angles que les trois lignes τ', ρ', ν' font avec les trois axes x, y, z, et que l'angle ε' est aussi connu en fonction de t, les trois équations (5) font connaître les coordonnées x, y, z d'un point quelconque de la courbe cherchée C en fonction de la variable indépendante t, ou, si l'on veut, en fonction de ε'. Ce sont donc les intégrales générales des courbes qui ont pour surface polaire la surface développable, lieu des tangentes de la courbe donnée C' : ce qui est la solution du problème propoé.

» 3° *Méthode des roulettes.* — La marche que nous allons suivre donne immédiatement, sous forme explicite, les intégrales du problème qui se présente alors comme cas particulier du problème général des *roulettes*, tel que nous l'avons énoncé au commencement de cette Note. Cette application de nos formules (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 978) mettra en évidence la facilité avec laquelle elles sont applicables et leur incontestable utilité.

» Considérons la courbe plane C'_1 qui aurait pour rayon de courbure la même fonction de ε', qui donne la valeur de ρ' de la courbe C'; les équations cartésiennes de la courbe C'_1 par rapport à deux axes rectangulaires $O'_1 x'_1$, $O'_1 y'_1$, menés dans son plan par le point fixe O'_1, sont les deux suivantes :

$$(6) \qquad x'_1 - x_0 = \int \rho' \cos\varepsilon' d\varepsilon', \quad y'_1 - y_0 = \int \rho' \sin\varepsilon' d\varepsilon',$$

dans lesquelles x'_1, y'_1 sont les coordonnées du point de la courbe C'_1 et x_0, y_0 deux constantes arbitraires. Ce sont les équations de la courbe que l'on obtient en développant la surface osculatrice de la courbe C' sur un de ses plans osculateurs; par ce développement, la courbe C' se transforme en la courbe C'_1. D'après ces équations, on connaît en fonction d'une seule variable ε' la distance R d'un point de la courbe C'_1 au point O'_1, ainsi que l'angle de cette distance avec la droite fixe $O'_1 x'_1$. Supposons maintenant que l'on fasse rouler sans glissement la courbe C'_1 sur la courbe C' par cette condition que le plan de la première coïncide à chaque instant avec le plan osculateur de la seconde; il est évident que le point O'_1 engendrera dans ce mouvement la courbe cherchée, de sorte que, si x, y, z sont les coordonnées du point décrivant O'_1 par rapport aux axes fixes auxquels la courbe C' est rapportée, on aura, en remarquant que l'angle (R, ν) est droit, les trois équations contenues dans le type suivant :

$$(5') \qquad x - x' = R[\cos(R, \tau')\cos(\tau', x) + \cos(R, \rho')\cos(\rho', x)];$$

et, comme tout est connu dans le second membre en fonction de ε', soit par suite des équations (1), soit par suite des équations (6), ce sont les équations de la courbe cherchée et, par conséquent, les intégrales des équations différentielles (2).

» Pour voir, *a posteriori*, l'identité de cette solution avec celle que nous avons déjà donnée, il suffit de projeter successivement sur la direction de τ' et de ρ' le périmètre du triangle formé par la distance R et ses deux projections x'_1, y'_1 sur les axes mobiles; on obtient ainsi les deux équations

$$R\cos(R, \tau') = y'_1 \sin\varepsilon' - x'_1 \cos\varepsilon', \quad R\cos(R, \rho') = y'_1 \cos\varepsilon' + x'_1 \sin\varepsilon'.$$

Or, si l'on porte ces deux valeurs dans les équations (5'), en ayant égard aux équations (6), on retombe sur les équations (5), dans lesquelles x_0, y_0 seraient les constantes arbitraires.

» 4° *Passage des intégrales particulières aux intégrales générales.* — On suppose que l'on connaît une solution particulière des équations (2), et l'on se propose d'obtenir les intégrales générales de ces équations. Or cette question, que nous avons déjà résolue dans notre *Analyse des courbes tracées sur une surface quelconque* (p. 136), peut être aussi résolue de la manière suivante. Si l'on mène à une courbe C une série de normales des différents points de cette courbe, de sorte que deux normales infiniment voisines se rencontrent, et que, à partir des pieds de toutes ces normales, on porte sur chacune d'elles des longueurs égales, les extrémités de ces longueurs formeront une seconde courbe, qui est la courbe *parallèle* de la courbe C. Il est évident que la ligne C et sa parallèle ont même surface polaire, lieu des intersections des plans normaux; de là résulte que, si l'on connaît une seule courbe C, en cherchant les courbes parallèles, on aura toutes les courbes qui ont même surface polaire que la courbe C ou, ce qui revient au même, les intégrales générales des équations (2). On voit, en effet, que les équations d'une courbe parallèle d'une courbe donnée contiennent deux constantes arbitraires : l'une relative à la position d'une des normales de la série, qui se rencontrent successivement; l'autre relative à la longueur invariable prise sur chacune d'elles à partir de son pied, et que, par une détermination convenable de ces deux constantes, on peut faire passer la courbe par un point quelconque de l'espace. Ces considérations montrent que, lorsqu'on connaît un seul système d'intégrales particulières des équations (2), on peut obtenir les intégrales générales de ces équations.

» Soient maintenant les équations de la courbe C

$$x = f(t), \quad y = f_1(t), \quad z = f_2(t),$$

formant le système d'intégrales particulières des équations (2); si l'on mène par deux points infiniment voisins, pris sur la courbe C, deux normales qui se rencontrent en un point M de la surface polaire de cette courbe, l'angle de la normale et de la génératrice rectiligne correspondante de la surface est égal à la somme des flexions $d\omega$ de la courbe C, augmentée d'une constante relative à la génératrice initiale et variant, pour cette génératrice, suivant l'inclinaison de la normale initiale; de sorte que, si l'on représente cet angle par Ω, on a la relation

$$\Omega = \int d\omega + \omega_0.$$

Or, si l'on remarque que les trois longueurs τ, ρ, ν forment un système d'axes orthogonal, et qu'on appelle n la longueur constante de la normale, on a les trois équations contenues dans le type suivant :

$$\cos(n, x) = \cos(\rho, x)\sin\left(\int d\omega + \omega_0\right) + \cos(\nu, x)\cos\left(\int d\omega + \omega_0\right),$$

qui font connaître les angles que la normale n fait avec les trois axes; par conséquent, les équations de la courbe parallèle de la courbe C sont

$$\frac{X - x}{\cos(n, x)} = \frac{Y - y}{\cos(n, y)} = \frac{Z - z}{\cos(n, z)} = n,$$

dans lesquelles X, Y, Z sont les coordonnées courantes; ces coordonnées sont donc connues en fonction de la variable t. Les équations de la courbe parallèle de la courbe C sont donc les intégrales générales des équations (2), uniquement déduites d'un système d'intégrales particulières des mêmes équations.

» La question que nous venons de traiter donne la solution de ce problème général : *Le mouvement d'un plan est déterminé par une loi quelconque donnée; trouver les trajectoires orthogonales des positions successives de ce plan.* Il suffit, en effet, de calculer les équations de l'arête de rebroussement de la surface développable, enveloppe de ce plan, ce qui est une question de Calcul différentiel, et d'appliquer aux équations de cette arête l'analyse que nous venons d'exposer. »

ASTRONOMIE. — *Phénomènes observés sur les satellites de Jupiter;* par M. C. Flammarion.

« L'observation des passages des satellites de Jupiter sur le disque de la planète étant actuellement l'objet de discussions importantes de la part de plusieurs astronomes (1), je crois utile de porter à la connaissance de l'Académie une observation curieuse que j'ai faite récemment à cet égard.

» Le 25 mars dernier, en commençant l'observation de Jupiter, à $8^h 45^m$ (temps moyen de Paris), mon attention fut immédiatement frappée par la présence d'une tache ronde, absolument *noire* et nettement définie, située à une faible distance du bord oriental de la planète, et se détachant admirablement sur le fond blanc d'une large zone lumineuse. Ce jour-là, l'équateur de Jupiter était marqué par une ceinture large de 30 degrés environ, de nuance jaunâtre. Au-dessus de cette ceinture équatoriale s'étendait la zone blanche dont je viens de parler. Vers le 50e degré de latitude boréale, la zone blanche cessait pour faire place à une bande grise, qui ne s'étendait pas jusqu'au pôle nord, et s'évanouissait dans une lueur jaune indécise marquant la calotte polaire. Les phénomènes dont il va être question se sont passés, d'une part sur la zone blanche, d'autre part sur la bande grise. Ajoutons, pour compléter la physionomie générale de la planète, qu'au-dessous de la ceinture jaunâtre équatoriale se dessinait fortement une bande grise très-foncée, de nuance chocolat, parsemée de taches et large de 20 degrés environ : c'était la plus foncée et la plus visible de toutes. Une zone blanche contiguë se dessinait au-dessus et se fondait insensiblement dans la calotte polaire australe, nuancée d'une teinte bleu violet.

» Dans cette description, l'image de la planète est droite, vue dans un télescope de 20 centimètres et sous un grossissement de 300 fois. Bonne atmosphère.

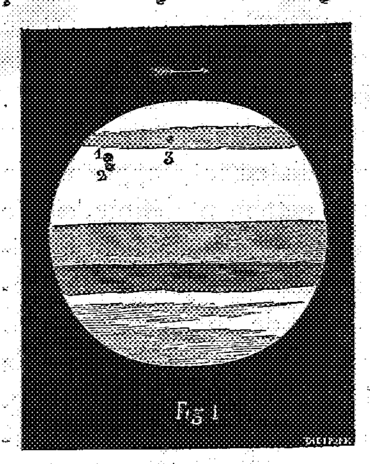
» Au-dessous de la tache ronde *noire* dont je viens de parler, et presque en contact avec elle, on en distinguait une deuxième, également ronde, mais non plus noire comme la précédente : elle était *grise*, un peu plus petite, et ressortait néanmoins nettement sur le même fond blanc.

» En observant attentivement la planète, je ne tardai pas à distinguer une troisième tache, située à droite des deux premières et plus au nord, vers le méridien central, visible, non plus sur le fond blanc, mais sur la bande grise boréale. Elle était moins bien définie que les précédentes, très-difficile à bien voir, et à peine plus foncée que la bande grise sur laquelle

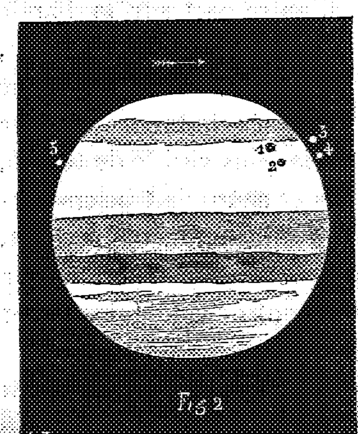
(1) Voir les derniers numéros des *Monthly Notices* et des *Astronomische Nachrichten*.

elle se détachait. Elle paraissait un peu moins foncée que la deuxième, à cause du fond sur lequel elle se dessinait.

» Aucune autre tache, claire ou foncée, ne se montrait sur le disque, à part les irrégularités nuageuses des bandes équatoriales.



» Après quelques minutes d'observation, on ne tarda pas à voir ces trois taches se déplacer sur le disque de l'est à l'ouest. La tache grise n° 2 étant emportée par un mouvement un peu plus rapide que la tache noire n° 1 cessa d'être en contact avec elle et s'en sépara insensiblement en suivant une diagonale sud-ouest qui la rapprochait de l'équateur. A $9^h 40^m$, ces deux taches se trouvaient vers le méridien central, et la troisième approchait vers le bord. Les teintes relatives restèrent les mêmes. Pendant toute la durée du passage, les deux premières taches restèrent projetées sur la zone blanche, et la troisième sur la zone grise, leurs routes étant presque parallèles à l'équateur de Jupiter.



» A $10^h 19^m$ le spectacle changea de face : la tache grise n° 3, arrivant très-près du bord occidental de la planète, cessa d'être visible; puis, bientôt après, on la distingua de nouveau, non plus foncée, mais claire. En même temps, une quatrième, invisible jusqu'alors, apparut au-dessous, lumineuse aussi. A $10^h 23^m$ ces deux satellites, devenus très-lumineux relativement à la teinte du limbe de Jupiter, se trouvèrent juste sur le bord, ayant la moitié de leurs petits disques en dehors de la planète et la moitié en dedans. A $10^h 28^m$, le satellite inférieur sortit tout entier, et, aussitôt après, le satellite supérieur se détache également du limbe. A $10^h 29^m$, ils brillaient entièrement détachés du bord, comme deux points lumineux sur le fond noir du ciel, tandis que les ombres n° 1 et n° 2 continuaient à voyager sur le disque. A $10^h 30^m 20^s$, un autre point lumineux apparut subitement au côté opposé de Jupiter (est) : c'était le premier satellite qui émergeait de l'ombre de la planète et de son disque, l'ombre étant alors presque sur la direction du rayon visuel.

» Dans le croquis ci-dessus, la *fig.* 1 représente le disque de Jupiter

à 8h 50m. La tache n° 1, *noire*, est l'ombre du troisième satellite; la tache n° 2, *grise*, est l'ombre du deuxième; la tache n° 3 est l'ombre du troisième (le dessinateur l'a placée un peu trop haut, car elle était voisine du bord de la bande grise). La *fig.* 2 représente Jupiter à 10h 32m.

» Arrivons maintenant à l'interprétation de ces faits.

» La tache noire n° 1 était l'ombre du troisième satellite de Jupiter, passant devant la planète. La tache grise n° 3 était ce troisième satellite lui-même, qui paraissait plus petit que son ombre.

» La tache grise n° 2 était l'ombre du deuxième satellite: celui-ci passait aussi devant la planète, mais en restant invisible; ce qui montre que son éclat était égal à celui de la zone blanche sur laquelle il se trouvait. Ce n'est pas l'exiguïté de sa surface qui eût empêché de le voir, s'il eût été plus foncé que la zone blanche, car on distinguait parfaitement son ombre grise. Il devint visible au moment de sortir, certainement à cause de la faible intensité lumineuse du bord de la planète relativement à celle de l'ensemble.

» Le fait principal présenté par ces observations est que le troisième satellite, qui paraît ordinairement blanc, comme les autres, lorsqu'il passe devant la planète, était foncé, et plus foncé que la bande grise sur laquelle il se détachait. *Il était presque aussi obscur que l'ombre du deuxième satellite.*

» Or c'est précisément là le sujet actuel de la discussion.

» Dans le n° 1986 des *Astronomische Nachrichten,* M. Stefan Alexander, de New-Jersey, propose d'attribuer le fait en question (déjà, quoique rarement, observé par plusieurs astronomes) à des phénomènes d'absorption et d'interférence des vibrations de la lumière réfléchie par Jupiter. Il me semble qu'il y a une explication beaucoup plus simple à en donner. En effet, en supposant aux satellites de Jupiter une atmosphère variable comme la nôtre, leurs disques varieront d'éclat suivant la quantité de nuages qui occuperont cette atmosphère; lorsque, pendant le passage d'un satellite devant la planète, l'hémisphère de ce satellite tourné de notre côté sera pur, le satellite paraîtra sombre et se détachera comme une tache foncée dont l'intensité lumineuse variera en raison inverse de celle du fond sur lequel le passage s'effectue.

» Une seconde explication serait d'admettre que la variation d'intensité de ce satellite est due à la présence de taches permanentes existant à sa surface, et de supposer qu'il tourne sur lui-même en une période plus rapide que celle de son mouvement de translation autour de la planète.

C'est la théorie fondée par le P. Secchi sur un examen de ce satellite, indépendant des passages. Dans la première hypothèse, le mouvement de rotation reste le même que celui de translation.

» Je ne parle pas de la variabilité d'éclat du disque de Jupiter lui-même, fait constaté d'ailleurs, et qui par contraste montre une variabilité d'éclat correspondante dans les satellites projetés sur ce disque. Cette explication serait sans valeur ici, puisque ce n'est pas le satellite projeté sur la partie blanche de Jupiter qui paraissait foncé, mais au contraire celui qui passait sur la bande grise.

» Sans me permettre, à aucun titre, de décider la question, je crois cependant pouvoir ajouter que la première explication me paraît la meilleure. Elle est corroborée par le fait corrélatif suivant, observé sur l'ombre voisine projetée par le deuxième satellite.

» Cette ombre, contiguë d'abord avec celle du troisième satellite, était *grise*, quoique se détachant *sur le même fond* blanc que la première. La comparaison était facile, et il ne peut exister aucune erreur d'appréciation. Pourquoi était-elle grise tandis que sa voisine était *noire?* Au premier abord, on pourrait chercher l'explication de ce second phénomène dans l'existence d'une large pénombre, analogue à celle qui se produit sur la Terre lors de nos éclipses totales de Soleil; car ces passages des ombres des satellites de Jupiter sur la planète ne sont autres que des éclipses totales de Soleil pour ce monde lointain; mais on peut démontrer géométriquement qu'il n'y a qu'une pénombre insignifiante autour du cône produit par l'ombre de ces satellites : il faut donc rejeter cette explication.

» La faible intensité de cette ombre grise ne pourrait-elle s'expliquer par des réfractions produites à travers une atmosphère considérable, dont ce deuxième satellite serait environné? On sait que, dans certaines éclipses de Lune, les réfractions produites par l'atmosphère terrestre sont si fortes, que la région centrale même du disque lunaire n'est pas entièrement obscurcie, et reste rouge comme la Lune entière. Ce deuxième satellite est le plus petit des quatre, tandis que le troisième est le plus volumineux.

» D'autres questions sont encore soulevées par les phénomènes de cette soirée, tels que la supériorité du disque de l'ombre du troisième satellite sur ce satellite lui-même, etc.; mais j'ai eu surtout en vue ici de présenter à l'Académie l'observation de deux faits principaux : la teinte sombre du troisième satellite et la faible intensité de l'ombre du deuxième, inspirant, l'un et l'autre, l'hypothèse de l'existence d'une atmosphère autour de chacun de ces petits mondes. »

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir réfléchissant des flammes;* par M. J.-L. Soret.

« M. G.-A. Hirn (1) a récemment émis l'hypothèse que les particules solides incandescentes, auxquelles on attribue l'éclat des flammes d'après la théorie de Davy, deviennent transparentes à la haute température à laquelle elles sont portées et ne possèdent plus de pouvoir réfléchissant sensible. L'un des arguments qu'il fait valoir à l'appui de cette hypothèse réside dans le fait que l'on n'observe pas de phénomènes de polarisation dans la lumière d'une flamme exposée aux rayons du Soleil.

» Dans une Note (2) que j'ai précédemment publiée à l'occasion du Mémoire de M. Hirn, j'ai indiqué les résultats que j'avais obtenus en faisant tomber un faisceau de lumière solaire sur du noir de fumée, soit lorsqu'il est déposé sur un autre corps, soit au moment de sa formation, c'est-à-dire lorsqu'il est à l'état de fumée ou de flamme *fumeuse*. Dans ce dernier cas, la *trace* du faisceau de rayons solaires est parfaitement visible : la partie de la flamme qui reçoit ces rayons paraît d'un blanc bleuâtre, contrastant avec la teinte rougeâtre des parties avoisinantes. Si l'on observe cette trace avec un analyseur, on reconnaît que la lumière diffusée dans une direction à angle droit avec le faisceau incident est complétement polarisée dans le plan de vision, en sorte que la trace blanche cesse d'être visible quand l'analyseur est tourné de manière à intercepter les rayons polarisés dans le plan qui contient l'œil et le faisceau de lumière solaire.

» Dans le cas où la flamme n'est pas fumeuse et où une combustion complète en augmente l'éclat, j'avais trouvé comme M. Hirn que les phénomènes de polarisation ne sont pas sensibles; mais j'exprimais quelques doutes sur la nécessité de conclure de là à l'absence du pouvoir réfléchissant des particules à une haute température : l'éblouissement de l'œil et la moindre abondance de ces particules dans une flamme brillante, comparativement à une flamme fumeuse, me paraissaient pouvoir rendre compte des faits.

» J'ai, depuis lors, cherché à contrôler cette manière de voir en concen-

(1) *Mémoire sur les propriétés optiques de la flamme des corps en combustion et sur la température du Soleil* (*Annales de Chimie et de Physique*, novembre 1873).

(2) *Sur quelques phénomènes de polarisation par diffusion de la lumière* (*Archives des Sc. phys. et nat. de Genève*, novembre 1873).

trant beaucoup plus la lumière solaire que je ne l'avais fait précédemment, de manière à donner plus d'éclat à sa trace.

» La lumière solaire est réfléchie sur un miroir argenté, puis elle tombe sur une bonne lentille achromatique de 72 millimètres d'ouverture et de $1^m,50$ de longueur focale. Enfin, lorsqu'une plus grande concentration est nécessaire, on ajoute une seconde lentille beaucoup plus convergente, près du foyer de la première. On place alors la flamme au point où se trouve l'image du Soleil.

» En opérant ainsi avec différentes flammes provenant de la combustion de substances carburées, on peut apercevoir, très-nettement dans la plupart des cas, la trace des rayons solaires, et constater les phénomènes de polarisation ordinaires. Quand la flamme n'est pas trop brillante et ne fatigue pas la vue, l'observation se fait facilement à l'œil nu et à l'aide d'un Nicol; mais si la flamme est éclatante, on a un grand avantage à regarder au travers d'une ou de plusieurs lames de verre bleu (cobalt). La flamme dans les parties qui ne reçoivent pas la lumière solaire paraît alors d'une teinte pourpre, tandis que la trace du faisceau se distingue nettement par sa couleur bleue. Si l'on observe au travers du Nicol, dans la position convenable, cette trace bleue disparaît, et toute la flamme paraît pourpre.

» J'ai vérifié ces faits dans les cas suivants : flamme d'une bougie; flamme du gaz d'éclairage ordinaire au bec Bengel avec cheminée de verre, ou au bec papillon; flamme du gaz d'éclairage fortement carburé, bec papillon; flamme d'un lampe à pétrole.

» Enfin j'ai essayé la flamme très-éclatante que l'on obtient quand on fait brûler du gaz d'éclairage fortement carburé avec addition d'oxygène. Avec le procédé de concentration de la lumière solaire que j'ai décrit ci-dessus, on observe encore nettement la trace et sa polarisation, tant que l'oxygène n'est pas trop abondant, mais l'éclat étant déjà incomparablement plus vif que celui d'une flamme ordinaire.

» En employant des moyens de concentration plus énergiques, c'est-à-dire en faisant réfléchir la lumière solaire sur un grand miroir de sidérostat, puis le faisant passer par un objectif de 8 pouces d'ouverture, et enfin par une lentille à court foyer, j'ai pu observer la trace, sur cette flamme de gaz carburé, alimentée par une proportion d'oxygène plus forte que dans le cas précédent; mais lorsque l'oxygène devenait trop abondant la trace n'était plus visible, ce qui, à côté de quelques difficultés d'observation, peut s'expliquer : 1° parce que, la flamme étant devenue tout à fait blanche, et même bleuâtre, il n'y a plus de différence de teinte entre les

parties qui reçoivent les rayons solaires et celles qui ne les reçoivent pas : la trace ne pourrait se manifester que par une différence d'intensité plus difficile à percevoir; 2° parce que les particules de charbon sont immédiatement consumées au moment de leur formation, et que, par suite, la matière réfléchissante devient relativement beaucoup plus rare.

» En résumé, ces expériences montrent que le carbone conserve son pouvoir réfléchissant à des températures très-élevées, qu'il serait toutefois difficile de préciser.

» En outre, ces faits me paraissent présenter quelque intérêt, parce qu'ils confirment, au moins pour les flammes ordinaires, la théorie de Davy qui a été fortement contestée récemment : un faisceau de lumière solaire, en effet, se réfléchit par diffusion et se polarise exactement de la même manière, soit qu'il tombe sur une flamme très-éclatante, soit qu'il éclaire de la fumée non incandescente dans laquelle la présence de particules de charbon est incontestable (1). »

BALISTIQUE. — *Études sur les propriétés des corps explosibles;* par M. **T.-A. Abel**. Troisième Mémoire (2). (Extrait.)

« L'influence que les solides et les liquides, lorsqu'on les mêle avec des substances explosibles, exercent sur la susceptibilité de détoner de celles-ci, a été l'objet d'une expérimentation systématique, et quelques-uns des résultats obtenus ont acquis déjà une grande importance. Le mélange d'un composé explosible et de substances inertes produit des effets bien différents, selon que le corps explosible est liquide ou solide. Ainsi, on peut mêler des solides inertes en proportions considérables à la nitroglycérine liquide, comme dans le cas de la dynamite ou d'autres préparations semblables, sans que ce corps devienne moins sensible à la détonation, parce que ce mélange n'interrompt pas la continuité de la substance explosible. L'agent détonant initial, entouré d'un tel mélange, est par conséquent, dans tous les points, en contact avec quelque portion de la nitro-

---

(1) Les phénomènes sont encore les mêmes lorsque la lumière est diffusée par du noir de fumée déposé sur un corps quelconque, quels que soient l'angle et le plan d'incidence du faisceau incident relativement à la surface noircie. La seule différence, dans ce cas, c'est que, sous un angle de vision de 90 degrés, la polarisation n'est pas complète, parce que les particules différentes sont accumulées jusqu'à se toucher les unes les autres, et qu'il se produit des réflexions multiples en proportion sensible. (Voir la Note déjà citée, *Archives*, novembre 1873.)

(2) Voir *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 105, et t. LXXVIII, p. 1227.

glycérine, et celle-ci est partout en connexion continue avec elle-même; c'est pourquoi la détonation se produit et se transmet à travers le mélange avec la même facilité que si le liquide n'était pas mêlé d'un solide. Mais, lorsqu'on mêle un solide inerte à un agent explosible, solide lui-même et divisé, il est évident que les particules de celui-ci doivent être complétement séparées en un nombre de points proportionnés à la quantité du orps inerte, qui entre dans le mélange, et à l'état de division des deux corps; il s'ensuit que la production de la détonation ou sa propagation sont entravées soit par la diminution des points de contact entre l'agent détonant initial et la substance dont il doit déterminer l'explosion, soit par la barrière que les particules non explosibles intermédiaires opposent à la transmission de la détonation, soit par ces deux causes réunies. Cela a été démontré par des expériences faites avec des mélanges intimes de fulminate de mercure et d'une poudre fine, telle que le blanc d'Espagne.

» Les mélanges intimes d'une substance explosible sensible, divisée en parties très-fines, et d'un solide inerte, deviennent plus susceptibles de détoner quand on les comprime en masses compactes, que lorsqu'ils sont à l'état de poudre non tassée. Des mélanges comprimés de coton-poudre bien divisé et de corps solides inertes en proportions considérables montrent une sensibilité à peine inférieure à celle de l'agent explosible à l'état pur. Si l'on fait le mélange avec un sel soluble, tel que le chlorure de potassium, bien incorporé à l'aide d'un dissolvant, l'eau par exemple, que l'on comprime le mélange et qu'ensuite on le sèche, on obtient le corps dans un état de rigidité et de dureté plus grandes, et par conséquent sous une forme qui le rend plus sensible à l'effet de la détonation que ne l'est le coton-poudre pur, même quand il a été soumis à une compression bien plus considérable, parce que la cristallisation du sel, par l'évaporation du dissolvant, relie très-intimement ensemble les particules qui composent la masse. La diminution de sensibilité, due à l'incorporation du corps inerte à la substance explosible, est, par conséquent, presque contre-balancée par la plus grande rigidité de la masse.

» Lorsque la substance avec laquelle on mélange le coton-poudre est un *agent oxydant*, un nitrate ou un chlorate par exemple, la prédisposition à une réaction chimique entre les deux substances augmente beaucoup la susceptibilité de détoner. Agissant conjointement avec l'effet du sel soluble pour donner de la rigidité au mélange, elle rend ce dernier aussi sensible à l'effet de la détonation de la charge minima de fulminate que le serait le coton-poudre lui-même, pur et fortement comprimé.

» Ce fait a donné un surcroît d'importance aux résultats obtenus, il y a quelque temps, par l'auteur, qui a mis à profit la facilité avec laquelle le coton-poudre, bien pulvérisé par le procédé de la réduction en pulpe, se mêle intimement à la proportion nécessaire, pour l'oxydation *complète* de son charbon, d'un agent oxydant, tel que le nitrate de potassium. La proportion du sel oxydant, théoriquement exigée pour atteindre l'effet maximum du coton-poudre, serait d'environ 38 pour 62 de trinitrocellulose; mais la perte de force, due au remplacement de plus du tiers d'un poids donné de coton-poudre par un poids égal du sel employé, ne serait pas tout à fait compensée par le surcroît d'effet obtenu en faveur des deux tiers restants du coton-poudre. Cependant, si l'on emploie les trois quarts de la quantité théorique du nitrate de potassium ou de sodium, les produits qui en résultent donnent des effets entièrement égaux à ceux d'un poids correspondant de coton-poudre, et, comme on a remplacé près d'un tiers de cette substance par une autre beaucoup moins coûteuse, il s'ensuit un grand avantage au point de vue de l'économie. De plus, l'accroissement de rigidité, déjà expliqué, par le mélange de coton-poudre et de nitrate rend ces masses moins susceptibles d'être endommagées, par le transport et le manque de précautions, que ne l'est le coton-poudre comprimé ordinaire.

» Ces mélanges comprimés ayant été reconnus aussi sensibles à la détonation que le corps explosible comprimé et pur, il devenait intéressant de comparer la manière de se comporter des premiers à celle du dernier, lorsqu'on les expose à la détonation de la nitroglycérine. Or les résultats ont démontré que ces mélanges comprimés sont plus susceptibles de détoner que le coton-poudre non comprimé et pur. Ainsi, soumis à l'explosion de $62^{gr},4$ de nitroglycérine au contact immédiat, celui-ci ne détona qu'une fois, tandis que la même charge fit invariablement détoner le coton-poudre mêlé de nitrate. On obtint le même résultat par l'explosion d'une charge de $31^{gr},2$ de nitroglycérine, dans trois expériences sur quatre; dans la quatrième, le corps mélangé fit *explosion,* mais sans produire l'effet destructif obtenu dans les trois autres. On obtint de semblables explosions avec des charges de $15^{gr},6$ de nitroglycérine. Avec le coton-poudre pur, on obtint toujours ou une simple désagrégation de la masse, ou bien la détonation, lorsqu'on employait une charge suffisante de nitroglycérine.

» Pour s'assurer si la différence, dans la manière de se comporter, des préparations faites avec un nitrate ou un chlorate, était due à leur plus haut degré de dureté et de rigidité, on a opéré sur des masses comprimées

et produites exactement de la même manière, mais contenant un sel inerte, tel que le chlorure de potassium, au lieu d'un *agent oxydant*. Ces préparations sont plus susceptibles d'explosion par la nitroglycérine que par le coton-poudre pur, mais elles le sont décidément moins que celles qui ont été faites avec un *nitrate*.

» De toutes ces expériences il semble donc résulter que l'explosion du coton-poudre par la détonation d'une charge de nitroglycérine est facilitée, jusqu'à un certain point, par l'accroissement de résistance qu'il oppose à la désagrégation, lorsqu'on l'incorpore à un sel; mais que la sensibilité supérieure des préparations faites avec un nitrate ou un chlorate est, selon toute probabilité, principalement due à quelque influence prédisposante exercée par ces agents oxydants.

» Le coton-poudre imprégné d'un corps inerte, lequel est *liquide*, ou qui, étant solide à la température ordinaire, a été incorporé à l'état liquide avec sa masse, perd beaucoup plus de sa sensibilité à la détonation que lorsqu'il est mélangé avec un poids correspondant d'un solide incorporé *comme tel*. La cause de ce résultat est évidemment réciproque de celle qui empêche la diminution de sensibilité de la nitroglycérine, lorsqu'on la mélange avec une proportion considérable d'un corps inerte solide. C'est le liquide inerte qui enveloppe chacune des particules du corps explosible solide, qui l'isole de ses voisines, et oppose, par suite, de la résistance à la transmission de la détonation, tandis que, dans le cas de la nitroglycérine, c'est l'agent explosible liquide qui enveloppe le solide inerte et qui, par conséquent, reste continu dans toute la masse.

» L'absorption de 3 pour 100 d'eau par le coton-poudre, en sus des 2 pour 100 d'eau qu'il contient à l'état normal, rend douteuse la détonation de cette substance, au moyen de l'agent détonant ordinaire. Ainsi, il a été impossible, au moyen de 1 gramme de fulminate de mercure renfermé dans une enveloppe métallique, de déterminer l'explosion des disques secs de coton-poudre qu'on avait imprégnés d'huile ou de suif. Toutefois, on n'a pu faire détoner le coton-poudre humide, en augmentant considérablement la charge du fulminate initial, et M. E.-O. Brown, préparateur de M. Abel, a eu l'idée d'appliquer le coton-poudre sec, lui-même, au développement de la force explosible de cette substance comprimée et à l'état humide.

» Une série d'expériences très-précises montre que, lors même que le coton-poudre comprimé contient jusqu'à 17 pour 100 d'eau, on peut, bien que ce ne soit pas avec une certitude absolue, en déterminer la déto-

nation par l'explosion de $6^{gr},6$ de coton-poudre compacte et séché à l'air, l'explosion initiale étant provoquée par la quantité ordinaire de fulminate mis en contact immédiat avec le coton-poudre sec. En élevant la proportion d'eau jusqu'à 20 pour 100, la détonation ne s'est pas toujours accomplie avec certitude par l'emploi de $31^{gr},2$ de coton-poudre séché à l'air, comme agent détonant initial, et, lorsque les disques contiennent le maximum d'eau qu'ils sont capables d'absorber, c'est-à-dire de 30 à 35 pour 100, on ne peut compter d'une manière absolue sur la détonation, si l'on emploie moins de 112 grammes de coton-poudre, séché à l'air, et appliqué en *contact immédiat*.

» Il a été établi, par une série d'expériences comparatives, que le coton-poudre comprimé, humide ou mouillé, est décidément plus susceptible de détoner par l'explosion du coton-poudre sec et libre, produite au moyen du fulminate seul, en vase clos. Ainsi, lorsque le coton-poudre contenait 17 pour 100 d'eau, sa détonation par l'explosion directe du fulminate n'était pas certaine, à moins d'une charge de 13 grammes de cette substance, tandis qu'elle était absolument certaine par l'emploi d'environ 10 grammes de coton-poudre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Note sur un procédé de dosage de l'acide phosphorique;* par M. F. JEAN.

« Bien qu'un grand nombre de méthodes aient été préconisées pour le dosage de l'acide phosphorique, il en est peu qui, dans les conditions où l'on a ordinairement à effectuer ce dosage, c'est-à-dire en présence de la chaux, du fer, de l'alumine, de la silice, etc., soient susceptibles de donner des résultats exacts. Les procédés indiqués par Lecomte, Reissig, Chancel, etc., sont dans ce cas.

» En combinant l'emploi de l'acide citrique et celui de l'acétate d'urane, je suis arrivé à obtenir un procédé de dosage de l'acide phosphorique très-rigoureux, applicable dans la grande majorité des cas et d'une exécution prompte et facile.

» Voici comment j'opère : la matière phosphatée est dissoute dans l'acide azotique et la solution, séparée par filtration des matières insolubles dans l'acide, est additionnée d'un léger excès d'ammoniaque, puis d'acide citrique qui dissout le précipité formé par l'ammoniaque et donne une solution acide, parfaitement limpide, que l'on fait bouillir quelque temps

avec de l'acétate d'urane. Il se forme un précipité jaunâtre de phosphate ammoniaco-uranique, qui, recueilli sur un filtre, lavé à l'eau bouillante, desséché, calciné au rouge et pesé, renferme 20,04 pour 100 d'acide phosphorique. La liqueur filtrée, essayée avec le molybdate d'ammoniaque et les sels de magnésie, ne produit plus de précipité, la séparation de l'acide phosphorique est donc complète.

» Pour contrôler l'exactitude de ce procédé et m'assurer que la présence du fer, de la chaux, etc., n'influe pas sur la précision du dosage, j'ai fait bouillir pendant une demi-heure 1 décigramme de pyrophosphate de magnésie pur avec de l'acide azotique, et, après avoir ajouté à cette solution acide de la chaux, du fer, de l'alumine, de la silice, j'ai effectué le dosage de l'acide phosphorique en suivant la marche que je viens d'indiquer.

» Le pyrophosphate employé pour le dosage renfermait $0^{gr},128$ d'acide phosphorique; j'ai obtenu $0^{gr},635$ de phosphate d'urane, correspondant à $0^{gr},127$ d'acide phosphorique.

» En employant le molybdate d'ammoniaque et le dosage à l'état de pyrophosphate de magnésie, j'avais trouvé dans un phosphate natif 12,85 pour 100 d'acide phosphorique; par mon procédé j'ai obtenu 13 pour 100.

» Ce procédé de dosage est donc rigoureux, et il ne laisse rien à désirer sous le rapport de la rapidité d'exécution; car la précipitation, la filtration et le lavage du précipité s'effectuent dans un temps très-court. C'est le seul procédé qui permette d'opérer *directement* le dosage de l'acide phosphorique en présence des bases; aussi convient-il particulièrement pour l'essai des matières phosphatées et des engrais. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Influence de la présence de l'azote dans la fibre textile sur la fixation directe des couleurs de l'aniline.* Note de M. E. **Jacquemin.**

« Si la laine et la soie se teignent directement en couleurs d'aniline, sans qu'il soit nécessaire de passer par le mordançage, il n'en est pas de même du coton et de toute fibre textile d'origine végétale, qui ne sauraient s'unir aux matières colorantes sans l'intermédiaire des mordants.

» On attribue cette manière d'être si différente de la laine et de la soie à la présence de l'azote dans les molécules qui composent ces fibres d'origine animale. Cette explication est traduite dans le langage usuel par l'expression d'animaliser le coton, pour indiquer qu'on lui a procuré, à l'aide de l'albumine, la propriété de s'unir à la fuchsine; cette locution ressemble, toutefois, plutôt à l'expression d'un fait pratique qu'à une dé-

monstration. Il faut partir du coton, introduire de l'azote dans sa molécule, et parvenir ensuite à le teindre sans intermédiaire.

» Il résulte de mes expériences que l'opinion générale ne manque pas de justesse. J'ai constaté en effet que la pyroxyline, ou coton, dans laquelle l'azote a pénétré par l'action du mélange sulfurico-nitrique, se teint directement dans des dissolutions chaudes de fuchsine ou de bleu d'aniline, comme le font la laine et la soie.

» L'échantillon de fulmicoton teint en bleu d'aniline, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, prouve de plus que la pyroxyline, en s'unissant à ces matières colorantes artificielles, dérivées de l'aniline, n'a rien perdu de son extrême combustibilité.

» En présentant ce résultat, je n'ai pas d'autre intention que de faire connaître une expérience de cours propre à servir de démonstration. Il est peu probable que l'on puisse tirer des applications de ce fait, parce que le coton, après sa conversion en collodion, deviendrait plus facilement combustible, et que de tels tissus présenteraient les plus grands dangers.

AÉROSTATION. — *Sur les phénomènes physiologiques observés dans les hautes régions de l'atmosphère.* Note de M. BARRAL.

« Je dois commencer par déclarer que je n'entends nullement contester l'exactitude de la description des observations physiologiques que MM. Crocé-Spinelli et Sivel ont faites dans leur mémorable ascension aéronautique du 22 mars dernier. Je ne fais aussi aucune objection au récit des souffrances qu'ils ont endurées et aux bons effets qu'ils ont obtenus de la respiration du gaz oxygène; mais je ne crois pas qu'il soit possible de laisser passer sans une rectification leur assertion (page 949 des *Comptes rendus*) que Gay-Lussac se serait plaint d'avoir éprouvé des saignements du nez, des lèvres et des oreilles, soit dans l'une, soit dans l'autre de ses célèbres ascensions de 1804. Nulle part on ne trouve, dans le récit laissé par l'illustre physicien, trace d'accidents de ce genre. Voici ce que dit Gay-Lussac :

« Quoique bien vêtu, je commençais à sentir le froid, surtout aux mains, que j'étais obligé de tenir exposées à l'air. Ma respiration était sensiblement gênée; mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très-accélérés; mais, respirant très-fréquemment dans un air très-sec, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier si sec qu'il m'était pénible d'avaler du pain. Avant de partir, j'avais un léger mal de tête provenant des fatigues du jour précédent

et des veilles de la nuit, et je le gardai toute la journée, sans m'apercevoir qu'il augmentât. Ce sont là toutes les incommodités que j'ai éprouvées (1). »

» Après cette citation, il est superflu que j'ajoute que, lorsque j'avais l'honneur de travailler dans le laboratoire de Gay-Lussac, de 1841 à 1843, il m'a répété, ce qui d'ailleurs était bien connu de tous ses amis, que les bruits qu'on avait fait courir sur les souffrances qu'il avait endurées étaient complétement faux.

» Je ne crois pas à cette espèce de maladie qu'on pense pouvoir nommer du nom de *mal des aérostats*, et ayant de l'analogie avec le *mal des montagnes*, dont il est question dans les Communications faites à l'Académie au sujet de l'influence exercée par les basses pressions sur les phénomènes de la vie. Dans la première ascension que nous avons faite, M. Bixio et moi, le 19 juin 1850, nous avons, il est vrai, lorsque nous étions parvenus à une hauteur de 5900 mètres, sous une pression barométrique de 373 millimètres, éprouvé un malaise violent, un peu de syncope, et j'ai été soumis à des vomissements. J'ai attribué ce fait à ce que nous nous trouvions tout près de la partie inférieure du ballon et, par suite, exposés à l'action du gaz hydrogène impur qui, nécessairement, s'échappait par la partie inférieure de l'aérostat, par son excès de pression, alors que nous nous élevions dans l'atmosphère. Je me souviens encore parfaitement d'avoir reconnu l'odeur de l'hydrogène préparé avec de la ferraille. J'ai cru à une sorte d'empoisonnement. Aussi avons-nous pris soin, dans notre seconde ascension du 27 juillet 1850, dont M. Arago a rendu compte à l'Académie, de placer notre nacelle à une distance de plus de 4 mètres de la partie inférieure du ballon supposé complétement gonflé. Dans ces conditions, l'écoulement naturel du gaz du ballon ne nous atteignit pas, et nous n'éprouvâmes, comme Gay-Lussac, qu'une certaine gêne dans la respiration; nous constatâmes aussi une grande accélération du pouls et un grand affaiblissement dans la portée de la voix; mais nous n'avons pas éprouvé d'autre souffrance réelle que celle causée par le froid. Nous étions arrivés à la température de congélation du mercure : la colonne barométrique était devenue une véritable barre métallique, qui ne nous a pas permis de constater une plus faible pression que 315 millimètres (hauteur, 7016 mètres), quoique certainement nous ne fussions pas encore parvenus au terme de notre ascension.

» Il y aurait à rechercher si, dans les phénomènes physiologiques tels

(1) *Annales de Chimie*, 1re série, t. LII.

que ceux de l'évanouissement subi par M. Glaisher, il n'y aurait pas eu quelque effet d'intoxication. Ces effets ont pu se produire dans l'ascension de MM. Crocé-Spinelli et Sivel; l'inhalation de gaz oxygène emporté par ces aéronautes peut avoir rendu insignifiante à certains moments la proportion du gaz du ballon mélangé à l'air respiré par les observateurs montant dans la traînée de gaz d'éclairage laissée par le ballon, si la nacelle ne se trouvait pas à une distance très-grande de l'aérostat. Je me permets de signaler cette disposition comme nécessaire à remplir pour que les observations à grande hauteur aient une suffisante exactitude, en y ajoutant qu'il est non moins indispensable d'avoir des instruments enregistreurs indépendants des observateurs, tels que ceux que M. Regnault a imaginés et que nous avions emportés dans nos ascensions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'étude des fumerolles de Nisyros et de quelques-uns des produits de l'éruption de* 1873. Note de M. **H. Gorceix**. (Extrait par l'auteur.)

« Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie des Sciences (1), j'ai résumé les phénomènes physiques qui ont accompagné les éruptions aqueuses dont l'ancien volcan de Nisyros a été le siége en 1873; j'ai complété ce premier travail par l'analyse, au laboratoire des Hautes Etudes du Collége de France, dirigé par MM. Élie de Beaumont et Ch. Sainte-Claire Deville, des gaz et des eaux de l'éruption recueillis pendant les deux explorations que j'ai faites dans cette île.

Mars 1873. — Fumerolle du cratère adventif au point où s'est ouverte la bouche du mois de juin. Moyenne de deux analyses :

Acide sulfhydrique et acide carbonique...	97,5
Azote..............................	1,5
Gaz des marais......................	1,0
Hydrogène..........................	traces.
	100,00

Novembre 1873. — Fumerolles situées au même point. Moyenne de deux analyses :

Hydrogène sulfuré....................	57,1
Acide carbonique....................	38,4
Azote..............................	2,4
Hydrogène..........................	1,5
Gaz des marais......................	0,4
	99,8

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 597 et 1474; t. LXXVIII, p. 444.

» La présence de gaz combustibles dans ces fumerolles, que j'avais déjà signalée, a été confirmée par les analyses complètes faites avec l'appareil Doyère; en outre, ces analyses montrent qu'un changement notable a eu lieu dans la composition de ces gaz combustibles pendant la période de temps qui s'est écoulée du mois de mars au mois de novembre 1873. L'hydrogène, dont il n'existait que des traces dans les fumerolles au mois de mars, a presque totalement remplacé le gaz des marais, lorsque les phénomènes éruptifs sont devenus plus intenses, fait déjà remarqué par par M. Fouqué dans plusieurs éruptions volcaniques.

Analyse des sels renfermés dans un litre des eaux rejetées par le volcan.

(Température de l'eau = 20°.)

Chlorure de sodium	114,4
» de calcium	46,3
» de magnésium	10,80
» de potassium	3,28
Sulfate de soude	1,88
Chlorure de fer	11,0
Alumine	trace.

» La présence de l'iode a été très-nettement constatée : 225 centimètres cubes de la liqueur primitive réduits au volume de 20 centimètres cubes, bleuissent fortement l'empois d'amidon par addition d'eau de chlore.

» La richesse minérale de cette eau est expliquée par les conditions où elle a été recueillie plusieurs mois après l'éruption. Une évaporation considérable avait eu lieu et les sels les moins solubles s'étaient déposés tout autour du petit lac qu'elle formait. Ces sels soumis à l'action de l'acide sulfurique qui, dans le cratère de Nisyros, se produit en quantité considérable par la combustion de l'hydrogène sulfuré, avaient été en partie transformés en sulfates, comme l'indique l'analyse suivante faite sur des efflorescences blanches qui recouvraient le sol tout autour :

Sulfate de soude	66,9
» de magnésie	8,9
» d'alumine	2,6
Chlorure de sodium	10,7
Eau et matières organiques	10,5
	99,6

» L'acide chlorhydrique produit par la transformation, en sulfate de soude, du chlorure de sodium a attaqué le fer des laves du cratère et les sels de chaux qu'on rencontre en grande quantité dans plusieurs d'entre elles. La présence des chlorures de fer et de calcium dans les eaux se trouve

ainsi expliquée. L'origine du dernier, dont l'abondance est remarquable, était surtout importante à chercher. Un des versants de l'île est formé par des laves vitreuses renfermant des cristaux volumineux de feldspath ayant la composition suivante, se rapprochant de celle de l'oligoclase de laves anciennes de Ténériffe, mais plus riche en chaux :

Silice	61,3
Alumine	23,9
Chaux	6,7
Soude	6,8
Magnésie	0,8
Potasse	0,6
	100,1

» Dans les laves altérées de la même région on trouve, en outre, souvent des dépôts de carbonate de chaux.

» Donc, à part quelques éléments étrangers empruntés aux terrains traversés à la suite de réactions faciles à expliquer, les eaux de l'éruption de Nisyros renferment les mêmes sels que ceux de la mer.

» Le rôle de celle-ci dans cette éruption ne peut être mis en doute, à cause de l'infiltration de ses eaux à travers des roches poreuses, volcaniques, qui ont conservé à une profondeur peu considérable une température suffisante pour les volatiliser; des évents naturels correspondant à une ancienne fente leur permettaient de s'échapper sans violence, mais, ceux-ci s'étant oblitérés, la vapeur s'est accumulée, jusqu'au moment où sa tension est devenue suffisante pour s'ouvrir un passage aux points de moindre résistance. Une nouvelle dislocation dans l'ancienne crevasse s'est produite, des quantités considérables d'eau de mer ont pénétré dans les espaces vides formés, et cette eau a été rejetée avant de s'être infiltrée assez profondément pour rencontrer le température nécessaire à la dissociation de ses propres éléments et à la production des phénomènes et des réactions chimiques qui caractérisent une éruption volcanique dans ses phases les plus violentes. »

CHIRURGIE. — *Résection partielle du calcanéum; anesthésie absolue produite par une injection intra-veineuse de chloral; cessation immédiate de l'anesthésie après l'opération, par l'application des courants électriques.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud.

« Dans la Note que j'ai communiquée à l'Académie des Sciences (séance du 16 février), je rendais compte de l'anesthésie produite par l'injection

intra-veineuse de chloral, chez un malade atteint de tétanos traumatique. Je disais que, grâce à cette insensibilité, j'avais pu pratiquer *l'arrachement d'un ongle*, puis régulariser la plaie avec le bistouri sans que le malade ait manifesté le moindre signe de douleur. Ainsi se trouvait réalisée cette conséquence à laquelle m'avaient conduit mes recherches sur les animaux : « Le chloral en injection intra-veineuse est un puissant anesthésique ». Toutefois, on pouvait objecter, et on l'a fait, qu'il s'agissait d'un malade dont le système nerveux était profondément exalté, et que si, dans ce cas particulier, l'injection intra-veineuse avait pu être faite et tolérée sans accident, on pouvait douter qu'il en fût de même chez un malade se trouvant dans des conditions plus physiologiques.

» L'occasion vient de s'offrir à moi de répondre à cette objection.

« Un jeune homme de vingt-deux ans est entré dans mon service de chirurgie à l'hôpital Saint-André de Bordeaux, le 28 avril. Doué d'une constitution assez robuste, jouissant d'ailleurs d'une très-bonne santé générale, le malade présente à la partie inférieure et interne de la jambe gauche, vers le milieu de l'espace qui sépare la malléole du tendon d'Achille, une plaie arrondie fistuleuse qui laisse échapper depuis seize mois une suppuration que rien n'a pu arrêter. Cette plaie est survenue à la suite d'une chute du haut d'un trapèze. Les parties molles, dans une étendue de 7 à 8 centimètres, offrent de l'empâtement. La peau est épaissie, altérée; la pression est douloureuse Un stylet introduit par cette ouverture pénètre profondément et arrive sur la face interne du calcanéum, où il est facile de constater une partie dénudée qui donne à la main une sensation caractéristique. Il s'agissait donc d'aller à la recherche d'un séquestre, c'est-à-dire de pratiquer une opération longue, douloureuse, et cela sur un sujet qui, la lésion locale à part, présentait toutes les apparences de la santé.

» Le 1er mai, en présence d'une nombreuse assistance, j'ai opéré ce malade. Après avoir fait disposer près de lui une bobine mise en action par une forte pile au bichromate de potasse, j'ai appliqué une bande circulaire à l'avant-bras droit, au-dessous du coude, de manière à déterminer le gonflement des veines. Ce résultat obtenu, j'ai employé mon procédé habituel si simple, si facile, si précis, surtout si inoffensif, « ponction sans dénudation de la veine ». En effet, j'ai plongé un trois-quart capillaire avec sa canule, dans une des veines radiales. Le trois-quart retiré, le sang a coulé par la canule, ce qui m'a indiqué que j'étais bien dans le vaisseau. Alors j'ai poussé avec lenteur une solution de chloral au tiers (10 grammes pour 30 grammes). *Douze grammes* de solution avaient déjà pénétré lorsque

le malade, dont la respiration se faisait avec une régularité parfaite, s'est écrié : « C'est étonnant, comme j'ai envie de dormir ». J'ai continué à pousser lentement l'injection. 22 grammes avaient pénétré dans la veine, lorsque la tendance au sommeil devint de plus en plus irrésistible : « Je m'endors, dit-il, je sens que mes paupières deviennent lourdes et qu'il m'est impossible de les relever », et l'injection pénétrait toujours. Il n'avait pas plutôt prononcé ces dernières paroles que le sommeil était produit et avec lui une immobilité *rappelant celle du cadavre*. Il avait fallu moins de dix minutes pour arriver à ce résultat.

» A ce moment, je pratiquai derrière la malléole une incision à concavité antérieure de 9 à 10 centimètres de longueur. Je divisai successivement toutes les parties molles, jusqu'à ce que l'os fût à découvert. Une fois mis à nu, à l'aide d'une forte gouge, je pus, à mon aise, sculpter les surfaces malades et enlever la partie nécrosée qui, depuis si longtemps, entretenait la suppuration. L'opération avait duré vingt-cinq minutes.

» Pendant toute la durée de l'opération, le malade *dormit du sommeil le plus calme. Il ne fit pas entendre le moindre cri, ne proféra pas la moindre plainte. L'immobilité absolue de ses traits dénotait suffisamment l'anéantissement complet de la sensibilité.* Quant à la respiration, elle continuait calme et régulière, et, chose remarquable, sans avoir présenté ces phénomènes asphyxiques, de courte durée, qui s'étaient montrés constamment après l'injection aussi bien chez les animaux que chez mes deux tétaniques. Je dirai plus bas ce qui a empêché cette manifestation de se produire.

» Tout était fini, et le malade aurait dormi encore de longues heures dans cet état d'immobilité, si l'occasion de vérifier un autre fait, que mes expériences avaient démontré, ne s'était pas offerte à moi. J'ai éprouvé, en effet, que sur les animaux insensibilisés par l'injection intra-veineuse de chloral, un seul agent, le *courant électrique*, faisait cesser rapidement l'anesthésie.

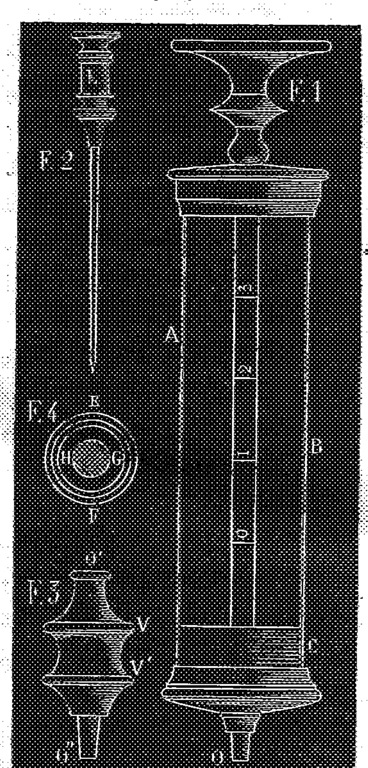
» J'ai donc voulu vérifier, chez l'homme, cette vérité expérimentalement démontrée par moi chez les animaux : un des conducteurs a donc été placé sur la partie latérale gauche du cou, l'autre sur l'épigastre ; dès le passage du courant à intermittences rapides et fortes, la respiration est devenue plus ample, le malade s'est réveillé, s'est assis sur son lit et s'est mis à parler, il était dans un véritable état d'ébriété. Il m'a remercié, ajoutant : « J'ai des » confidences à vous faire, mais je vous les ferai quand nous serons seuls », puis il a serré successivement la main à toutes les personnes qui entou-

raient son lit. Interrogé sur ce qui s'était passé, il a déclaré ne s'être aperçu de rien, n'avoir rien senti. Cet état d'ébriété s'est prolongé pendant plus d'une heure et a fait place à des larmes. Dans l'après-midi, le malade a dormi d'un sommeil très-calme; le soir tout était dissipé.

» Le 2 mai, le lendemain, il ne restait aucune trace de ce qui s'était passé la veille. Aujourd'hui, 3 mai, le malade a repris son état le plus normal. Il est utile de dire qu'il n'*existe pas la moindre trace de phlébite* du côté de la veine piquée.

» Or, *pouvoir doser la substance anesthésique, pouvoir produire l'insensibilité aussi longtemps qu'il est nécessaire, puis, l'opération achevée, faire disparaître, à volonté, les effets obtenus, n'est-ce pas la solution véritable du problème de l'anesthésie.*

» Convaincu, par l'étude attentive du tétanique guéri, que les phénomènes asphyxiques n'étaient pas dus au chloral seul, mais probablement à ce que, malgré toutes les précautions prises, la solution pourrait contenir des petits corps étrangers, j'ai fait apporter à la seringue dont je me sers une modification, dont l'utilité m'a été démontrée par ce qui s'est passé dans le cas actuel.



» Ma seringue se compose, ainsi que l'indique la planche ci-contre, qui reproduit les dimensions exactes de l'appareil instrumental :

» 1° D'un corps de pompe (*fig.* 1) pouvant contenir 15 grammes de liquide. La tige graduée du piston présente cinq divisions égales.

» 2° D'une canule en or, très-fine, munie d'un trois-quart très-effilé et pointu (*fig.* 2).

» 3° D'une pièce intermédiaire mobile (*fig.* 3), dont l'extrémité O' reçoit le point O de la seringue, dont l'autre extrémité O" pénètre dans la canule K, une fois qu'elle est dans la veine.

» Dans l'intérieur de cette pièce *intermédiaire*, j'ai fait placer, au point V', un *treillage aussi fin que possible* (*fig.* 4), que l'on peut enlever et changer à volonté en dévissant le point V, car il est maintenu en place par un simple

petit anneau G (*fig.* 4) de caoutchouc mobile. Grâce à cette disposition, tous les petits corps étrangers existant dans la solution sont arrêtés et ne peuvent pas ainsi pénétrer, *inaperçus*, dans le sang. J'ai pu le constater chez mon malade. J'avais préparé moi-même, dans mon laboratoire, la solution de chloral, au tiers; je l'avais préalablement filtrée avec soin; en outre, j'avais, à plusieurs reprises, fait passer de l'eau distillée dans le corps de pompe de la seringue, de manière à enlever tous les corps étrangers; or, malgré toutes ces minuties, nous avons constaté sur le filtre, après l'injection, un corps étranger extrêmement petit qui, sans cette pièce nouvelle ajoutée à mon instrument, aurait pénétré dans la veine et produit les phénomènes que j'ai mentionnés.

» Cette addition, que j'ai aussi apportée à mon nouvel appareil pour la transfusion du sang, est indispensable, si l'on veut pratiquer, avec toute la sécurité désirable, la méthode des injections intra-veineuses.

» *Conclusions.* — 1° Pour obtenir l'anesthésie complète, à l'aide des injections intra-veineuses de chloral, il suffit de faire une solution *au tiers*.

» 2° L'injection sera faite toujours « par le procédé de la ponction di- » recte, sans dénudation de la veine », il faut éviter, à tout prix, de dénuder le vaisseau, sûr moyen d'obtenir la coagulation et la phlébite.

» 3° Le chirurgien devra la faire *lentement* pour tâter les prédispositions du malade. Lorsque le malade sentira que le sommeil arrive, ce devra être pour le chirurgien la preuve que l'anesthésie est sur le point d'arriver aussi. Dès que le sommeil sera produit, il sera inutile de continuer l'injection; on attendra quelques minutes et l'on se trouvera alors en présence d'un état d'anesthésie, *tel que le chloroforme n'en produit jamais*.

» 4° L'opération terminée, on pourra, à l'aide de courants électriques, faire cesser, ainsi que je l'ai dit plus haut, l'immobilité. Du reste, dès le commencement de l'opération, le chirurgien devra avoir à sa disposition, sous la main, un appareil électrique fonctionnant bien.

» 5° Si l'anesthésie produite par les injections intra-veineuses de chloral est applicable à toutes les opérations chirurgicales, elle trouvera surtout une application exceptionnelle dans les opérations de *longue durée*, résections, ovariotomies, etc.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'aptitude mécanique des chevaux.* Note de M. A. **Sanson**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les mécaniciens qui se sont occupés de la force déployée par les chevaux ont obtenu des résultats qui, pour la journée de dix heures d'un che-

val vigoureux, à une vitesse moyenne de $0^m,90$ à $1^m,16$ par seconde, donnent un travail disponible moyen de 2 392 000 kilogrammètres. D'après Courtois, ce travail est de 2 568 000; d'après M. le général Morin, de 2 268 000; d'après Navier, de 2 168 000; d'après Poncelet, de 2 592 000; d'après Kuhlmann, de 2 362 000. C'est, pour le travail disponible moyen, environ 66 kilogrammètres, soit un peu plus des $\frac{5}{6}$ de la force du cheval-vapeur, admise à 75 kilogrammètres.

» Depuis que ces nombres ont été déterminés, l'expérience a montré, comme je demande la permission de l'établir, qu'en réalité le travail disponible des chevaux peut les dépasser de beaucoup et que, eu égard à son terme de comparaison, le cheval-vapeur n'est pas un maximum. Le rapport nécessaire que j'ai déterminé (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1490) entre l'aptitude digestive et l'aptitude mécanique en donne du reste la raison théorique suffisante; car, au moins pour les chevaux sur lesquels les généraux Poncelet et Morin ont opéré, et qui étaient des chevaux d'artillerie, la ration réglementaire nous est connue et elle est notoirement inférieure de beaucoup à leur aptitude digestive. Ces chevaux n'ont jamais reçu au delà de 4 kilogrammes d'avoine par jour, tandis que les chevaux d'omnibus, qui ont sensiblement le même poids vif, en digèrent jusqu'à 8 et 9 kilogrammes. Mais les faits que je vais exposer seront encore plus démonstratifs.

» Nous possédons aujourd'hui environ deux cent cinquante essais dynamométriques dignes de confiance, exécutés en Amérique et en Europe sur les machines à faucher et à moissonner des divers modèles connus. Dans les expériences auxquelles ces machines ont été soumises, leur tirage moyen a varié de 98 kilogrammes à 213. Dans le plus grand nombre des cas il a dépassé 140 kilogrammes. Des calculs exécutés par H. Fritz, de Zurich, il résulte que le travail effectué par journée de dix heures, à des vitesses de $0^m,88$ à $1^m,11$, a été, par cheval, de 3 643 200 kilogrammètres pour les faucheuses à un seul cheval; de 2 332 800 pour les faucheuses à deux chevaux; de 3 168 000 pour les faucheuses-moissonneuses à deux chevaux; de 4 017 600 pour les moissonneuses à un seul cheval, sans javeleur automatique; de 2 797 200 pour les moissonneuses à deux chevaux, sans javeleur; enfin de 3 288 100 pour les moissonneuses à deux chevaux, avec javeleur automatique.

» Des millions d'hectares de prairies et de céréales ont été fauchés et moissonnés dans ces conditions, en Amérique et en Europe, depuis l'invention des machines dont il s'agit, et les chevaux qu'on y attelle ont suffi à leur traction. Il est clair, d'après cela, que l'aptitude mécanique moyenne

de ces chevaux pour le travail disponible ou utile s'élève à plus de 3 millions de kilogrammètres et par conséquent à plus de 83 kilogrammètres par seconde.

» Afin d'avoir une idée exacte de l'aptitude mécanique réelle du moteur animé ou de la force totale qu'il déploie, il faut nécessairement, comme pour le cas de la locomotive, tenir compte du travail effectué dans le transport du moteur lui-même, qui s'exécute en même temps que le travail utile et par les mêmes mouvements. C'est indispensable pour avoir une base pratique d'alimentation. Cette base, déterminée en fonction seulement du poids de l'animal, comme elle l'avait été précédemment, ne peut pas être exacte; elle ne le peut qu'en fonction de son travail, ainsi que je vais le montrer; et le travail ne varie pas seulement comme la vitesse et le temps ou le chemin parcouru, pour une même masse déplacée, mais encore comme l'allure à laquelle le déplacement a lieu.

» En effet, chez le cheval à l'allure du pas, le poids du corps est toujours supporté par deux des membres au moins; aux allures du trot et du galop, il y a toujours, au contraire, entre chaque appui, un instant durant lequel le corps est en quelque sorte suspendu en l'air et doit vaincre la pesanteur. Des considérations de Mécanique animale, contrôlées par l'expérience indirecte, m'ont porté à admettre, pratiquement, que l'effort moyen nécessaire, en ces derniers cas du trot et du galop, est d'environ 0,10 du poids du corps, tandis que pour l'allure du pas il n'est que de 0,05. Or, il résulte de pesages exécutés au nombre de près de mille, par Baudement à Versailles, sur les chevaux de la garnison, que le poids moyen des individus de la taille de $1^{m},542$ à $1^{m},670$ est de 546 kilogrammes. L'effort moyen nécessaire pour déplacer un cheval de ce poids est donc, au pas, $546 \times 0,05 = 27^{kg},30$; au trot, $546 \times 0,10 = 54^{kg},60$. A la vitesse moyenne du pas de 1 mètre par seconde, ce cheval effectue, par conséquent, de ce chef, par journée de dix heures, $27,30 \times 3600 \times 10 = 982,800$ kilogrammètres; à la vitesse moyenne du trot de $2^{m},20$, par journée de quatre heures, $54,60 \times 2,20 \times 3600 \times 4 = 1,728,000$ kilogrammètres.

» Les chevaux communément employés aux travaux agricoles dans les environs de Paris, qui effectuent en moyenne ronde 2 500 000 kilogrammètres de travail utile par journée de dix heures, et qui pèsent de 600 à 700 kilogrammes, soit 650 kilogrammes en moyenne, ont donc à déployer la force totale nécessaire pour produire en réalité $2\,500\,000 + 650 \times 0,05 \times 3600 \times 10 = 3\,670\,000$ kilogrammètres. Or, les chevaux de l'école de Grignon, qui produisent un tel travail, doivent

trouver dans leur ration journalière plus de 2 kilogrammes de protéine alimentaire (2^{kg} albuminoïdes + 10^{kg} hydrates de carbone) pour conserver leur poids en y suffisant, ce qui confirme le coefficient que j'ai déterminé d'après d'autres observations, qui ont porté principalement sur les chevaux des omnibus de Paris. Le travail total, travail disponible et transport du moteur, n'a été que de 2 millions de kilogrammètres, en nombre rond, par conséquent inférieur même au travail disponible des chevaux d'agriculture. Pour ces chevaux d'omnibus, le travail disponible est à peine la moitié de la somme; cependant il peut être considéré comme la limite de leur aptitude spéciale, en raison des conditions particulières dans lesquelles il s'effectue.

» C'est qu'il n'est pas permis, en Mécanique animale, de faire varier à volonté les facteurs, sans changer le résultat. L'observation et l'expérience montrent que le rendement du moteur en fonction de la vitesse n'a les mêmes équivalences en fonctions du temps et de la traction que pour la même allure. Il intervient ici, en outre des considérations signalées plus haut, des questions de construction sur lesquelles je me réserve de revenir dans une autre occasion. Mon intention a été de montrer seulement, cette fois, que le travail total de 2 millions de kilogrammètres, qui m'a servi pour déterminer le coefficient mécanique des aliments, n'est en réalité que le minimum de l'aptitude générale des chevaux, de la taille et du poids de ceux que j'ai considérés. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'une Cycadée dans le dépôt miocène de Koumi* (*Eubée*). Note de M. G. DE SAPORTA, présentée par M. Brongniart.

« La découverte que je signale à l'Académie des Sciences est due à M. Gorceix, qui a bien voulu recueillir à mon intention une série de plantes fossiles dans la célèbre localité de Koumi. Les recherches antérieures de M. Unger, de M. A. Gaudry et de M. Gorceix lui-même ont attiré à plusieurs reprises l'attention des botanistes et des géologues sur cette curieuse flore tertiaire et sur celle d'Oropo, en Attique, qui se rattache évidemment au même âge et à la même formation (1).

(1) Voir entre autres : un *Rapport* de M. Ad. Brongniart inséré dans les *Comptes rendus*, séance du 17 juin 1861 — *Notice sur les plantes foss. de Koumi et d'Oropo*, par le comte G. de Saporta, extr. de l'Ouvrage de M. A. Gaudry : *Animaux foss. et Géol. de l'Attique*, p. 410. — *Note sur la flore foss. de Koumi* (*Eubée*), par G. de Saporta, extr. du *Bull. de*

» Les espèces les plus saillantes et les plus sûrement déterminées de ces localités, en dehors de celles que l'on rencontre partout dans le miocène, comme les *Callitris*, *Glyptostrobus*, *Sequoia*, divers *Myrica* et *Cinnamomum*, le *Planera Ungeri* et l'*Acer trilobatum*, etc., sont les suivantes : 1° un *Widdringtonia*, *W. Kumensis* Sap., consistant en un rameau avec strobile, que M. Unger, par une méprise singulière, avait confondu avec le *Callitris Brongniartii* Endl.; 2° un *Populus*, *P. hellenica* Sap. (*P. attenuata* Ung., non Heer) qui se rattache directement au type de notre *P. canescens* Sm. (Ung., *Kumi*, p. 29, tab 6, *fig.* 29); 3° un *Alnus*, *A. Sporadum* Ung. (Ung., *Kumi*, tab. 3, *fig.* 16-22 et Sap. *Ex. crit.*, p. 11, pl. 2, *fig.* 8-9), allié de près à l'*A. subcordata* C. A. Mey.; 4° un chêne, *Q. Oreadum* Sap. (*Carpinus betuloides* Ung., ex parte), reproduisant le type des *Cyclobalanus* de l'Asie australe et du Japon; 5° un autre chêne, *Q. mediterranea* Ung., dont la liaison avec le groupe méditerranéen de nos chênes verts ne saurait être contestée; 6° un *Myrica*, *M. oxydonta* Sap. (Sap., *Ex. crit.*, p. 10, pl. 2, *fig.* 15), très-proche parent du *Myrica serrata* Lam., du Cap; 7° un *Laurus* proprement dit, *L. primigenia* Ung.; un *Persea*, *P. græca* Sap. (Sap., *Exam. crit.*, p. 15, pl. 2, *fig.* 16), à peine distinct du *P. indica* Spr., des Canaries; 9° un *Nerium*, *N. Gaudryanum* Brongn. (Brongn., *Rap.*, et Sap., *Notice sur les pl. foss. de Koumi et d'Oropo*, pl. 64, *fig.* 7), qui tient le milieu entre le *Nerium oleander* d'Europe et le *Nerium odorum* des Indes; 10° une Araliacée à feuilles digitées, *Cussonia polydris* Ung. (Ung., *Kumi*, p. 47, tab. 17), dont l'aspect retrace effectivement la physionomie caractéristique des *Cussonia* de l'Afrique australe.

» On remarque encore dans cette flore, bien que leur attribution générique soit entachée de plus d'incertitudes, des Myrsinées, des Pittosporées, des Célastrinées, des Rhamnées, des Rhynchosiées, des Mimosées. La réunion de toutes ces formes compose une flore des plus variées, pleine d'originalité et de force, dont les affinités multiples tiennent à la fois de la végétation méditerranéenne et de celle des continents asiatique et africain. La liaison de la flore de Koumi avec celle de l'Afrique australe a été remarquée par M. Unger; elle ressort principalement de la présence des *Widdringtonia*, *Podocarpus*, *Cussonia*, du rôle et de la physionomie des

---

la Soc. géol. de Fr., 2e série, t. XXV, p. 315, séance du 20 janv. 1868. — *Examen critique d'une coll. de pl. foss. de Koumi* (*Eubée*), par le comte G. de Saporta, extr. des *Ann. scientif. de l'École normale sup.*, 2e série, t. II. — *Die foss. Fl. von Kumi auf der Ins. Euboea*, von prof. Dr F. Unger; Wien, 1867.

Myrica, *Celastrus*, *Rhamnus*, *Sapindus*, ainsi que de plusieurs Anacardiacées, Rhynchosiées et Mimosées. Les relations de la péninsule hellénique avec le continent africain, à l'époque miocène, ont été mises d'ailleurs en pleine lumière par les travaux de M. A. Gaudry sur la faune de Pikermi, placée, il est vrai, sur un horizon plus récent que celui de Koumi, mais qui entraîne les mêmes conséquences relativement à la parenté des types de mammifères qu'elle renferme.

» C'est au milieu de l'ensemble végétal dont je viens d'esquisser les principaux traits que M. Gorceix a découvert une Cycadée parfaitement caractérisée. L'échantillon consiste dans l'empreinte, malheureusement fracturée, d'une fronde vigoureuse ; la partie conservée comprend le milieu de l'organe sur une longueur de 20 centimètres. Le rachis commun est épais, lisse, légèrement convexe, finement strié; large à la base de 7 millimètres, il conserve dans le haut, à 1 millimètre près, la même dimension, ce qui indique pour la fronde entière une longueur d'au moins 1 mètre. Sur les côtés de ce rachis sont insérés par une base un peu rétrécie, puis étroitement décurrente et sans doute cernée par un rebord cartilagineux, de nombreux segments, généralement opposés ou subopposés; l'intervalle qui les sépare n'égale pas leur propre largeur; leur direction n'est pas divariquée, mais faiblement ascendante; chacun d'eux a dû être long en moyenne de 1 décimètre à peu près, mais, comme ils sont tous plus ou moins mutilés au sommet, il est difficile de juger de leur terminaison autrement que par leur forme générale, qui est lancéolée-linéaire, longuement et insensiblement atténuée en pointe vers le haut. Leur contour est un peu recourbé en faux ; leur plus grande largeur excède à peine 1 centimètre. Les bords sont parfaitement entiers; la nervation est visible; elle se compose d'une douzaine de nervures longitudinales, parallèles, simples ou plus rarement bifurquées et parfois réunies entre elles par des anastomoses dirigées dans un sens oblique.

» La physionomie de la fronde et tous ses caractères visibles indiquent un *Encephalartos* peu éloigné des espèces de ce genre africain, dont les folioles sont à la fois entières, lancéolées-linéaires et un peu en faux, particulièrement des *E. Lehmanni* Eckl. et *longifolius* Lehm. L'attribution générique ne saurait être douteuse, à mon sens, et je suis heureux de dédier l'espèce à M. Gorceix en la nommant : *Encephalartos Gorceixianus*.

» Cette Cycadée fossile est d'autant plus intéressante qu'elle est la première qu'il ait été possible jusqu'ici d'inscrire sans anomalie dans un des genres vivants. Il est vrai que les Cycadées, après avoir joué un rôle des

plus importants en Europe durant l'époque secondaire, se sont tellement amoindries dans la période suivante que leur existence même y a été souvent révoquée en doute. Quelques fragments informes, signalés par M. Heer dans la mollasse suisse, un cône assez pareil à ceux des *Zamia* rencontré à Armissan, tels étaient dernièrement encore les seuls indices susceptibles d'être invoqués en faveur de cette existence. Le *Zamites epibius*, que j'ai fait connaître, il y a plusieurs années, comme provenant du dépôt miocène de Bonnieux (Vaucluse) (1), ne laisse pas que de prêter à des objections, non-seulement parce que je n'ai pas recueilli moi-même l'échantillon, mais aussi parce qu'il existe entre les schistes rubannés bitumineux de Bonnieux et ceux du lac d'Armaille (Ain), qui sont jurassiques, une conformité de structure qui a pu amener entre eux de la confusion. Quoi qu'il en soit de l'authenticité de ce dernier fossile, la découverte de l'*Encephalartos Gorceixianus* nous permet d'affirmer que l'Europe miocène a possédé réellement des Cycadées et que l'une d'elles appartenait à un genre confiné maintenant dans le sud de l'Afrique. Le sol hellénique renfermait alors des *Encephalartos*, de même qu'il a nourri un peu plus tard le rhinocéros du type africain, des girafes et des antilopes. L'hypothèse d'une union entre l'Europe austro-orientale et l'Afrique, durant le cours du miocène, devient ainsi de plus en plus vraisemblable. »

M. Trémaux adresse une Note sur les transmissions de force vive.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. D.

---

(1) Voy. *Bull. Soc. géol.*, 2e série, t. XXI, p. 322, pl. 5, et *Ann. Sc. nat.*, 5e série, *Bot.*, t. VIII, p. 10, pl. 1, fig. 1.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 avril 1874.

(suite.)

Miscellaneous publications; n° 2 : *Meteorological Observations, during the year* 1872, *in Utah, Idaho and Montana, etc.* Washington, Government printing Office, 1873; in-8°.

The complete Works of count Rumford; vol. II. Boston, 1873; in-8°.

Department of the interior. Report of the United-States geological Survey of the territories. F. V. Hayden; vol. I : *Fossil vertebrates*; vol. V : *Zoology and Botany*, in five volumes. Washington, Government printing Office, 1873; 2 vol. in-4°.

Über Schaaren von quadratischen und bilinearen Formen; von L. Kronecker. Berlin, G. Vogt, 1874; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Die Erfindung der Quadratur des Kreises, etc.; von J.-P. Wlach. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Publications périodiques reçues pendant le mois d'avril 1874.

Actes de la Société d'Ethnographie; mars 1874; in-8°.

Annales de Chimie et de Physique; avril 1874; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale; liv. 5, 1874; in-8°.

Annales du Génie civil; avril 1874; in-8°.

Annales industrielles; nos 14 à 17, 1874; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mars 1874; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 12, 19, 26 avril 1874; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; avril 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société centrale d'Agriculture de France; n° 3, 1874;

Bulletin de la Société Géologique de France; n° 5, 1874; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; avril 1873; in-4°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; nos 24 et 25, 1874; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; n° 12, 1874; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 avril 1874; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; avril 1874; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; t. XIII, n° 2, 1874; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 39 à 50, 1874; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; nos 7 à 8, 1874; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 14 à 17, 1874; in-4°.

Iron; nos 64 à 67, 1874; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 14 à 18, 1874; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 260 à 263, 1874; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 7 et 8, 1874; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; avril 1874; in-8°.

Journal de Physique théorique et appliquée; avril 1874; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 avril 1874; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 1, 2 et 3, 15e année, 1874; in-folio.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 7, 8 et 9, 1874; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 14 à 17, 1874; in-4°.

La Nature; nos 44, 45, 47 et 48, 1874; in-4°.

L'Art médical; avril 1874; in-8°.

La Tribune médicale; nos 294 à 297, 1874; in-4°.

Le Gaz; n° 10, 1874; in-4°.

Le Messager agricole; n° 3, 1874; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 7 et 8, 1874; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 14 à 17, 1874; in-4°.

Les Mondes; nos 14 à 18, 1874; in-8°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; février 1874; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* mars 1874; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; n° 4, 1874; in-8°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Göttingue;* n°s 1 à 8, 1874; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1874; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; n° 3, 1874; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, février 1874; in-4°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 7 et 8, 1874; in-8°.

Revue bibliographique universelle; avril 1874; in-8°.

Revue de Physiologie expérimentale; janvier 1874; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; avril 1874; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n° 8, 1874; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 13, 15 et 16, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; avril 1874; in-8°.

Revue scientifique, n°s 40 à 43, 1874; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 6 et 7, 1874; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n°s 6, 7 et 8, 1874; in-4°.

The Journal of the Franklin Institute; février, mars 1874; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mai 1874.

Mémoire sur les Zéolithes de l'Auvergne; par M. F. Gonnard. Clermont-Ferrand, Ducros-Paris, 1873; in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Sur la dispersion géographique des fougères de la Nouvelle-Calédonie; par M. E. Fournier. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Installation d'un Observatoire météorologique au sommet du pic du Midi de Bagnères-de-Bigorre; par M. Vaussenat. Bagnères-de-Bigorre, typ. D. L. Péré, 1874; br. in-8°.

Nouveau procédé de guérison des tumeurs érectiles; par M. le Dr Michaux. Bruxelles, H. Manceaux, 1870; br. in-8°.

Nouvelle Note sur le diagnostic et le traitement des polypes fibreux naso-

pharyngiens; par M. le Dr MICHAUX. Bruxelles, H. Manceaux, 1869; br. in-8°.

Quelques mots encore sur les polypes fibreux naso-pharyngiens volumineux, etc.; par M. le Dr MICHAUX. Bruxelles, H. Manceaux, 1867; br. in-8°.

(Ces trois ouvrages sont présentés par M. Gosselin.)

Dr BLANDET. *Influence de l'altitude. Lecture faite en la séance annuelle de la Société météorologique, le 7 avril* 1874. Paris, Blot, 1874; opuscule in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. II, 2e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1874; in-8°.

Une visite à Millie-Christine; par les Drs N. JOLY *et* A. PEYRAT. Toulouse, imp. Vialelle, 1874; br. in-8°.

Sur quelques phénomènes de polarisation par diffusion de la lumière; par M. J.-L. SORET. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Spectroscope à oculaire fluorescent; par M. J.-L. SORET. Sans lieu ni date; br. in-8°.

(Ces deux ouvrages sont tirés des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Proceedings of the Lyceum of natural History in the city of New-York; second series, january 3D to march 3D, 1873. New-York, 1873; in-8°.

Annales of the Lyceum of natural History of New-York; vol. X, nos, 8, 9, 10, 11. New-York, 1873; 3 br. in-8°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences; vol. VIII, from may 1868 to may 1873. Boston and Cambridge, 1873; in-8°.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences; vol. II, part 2. New-Haven, 1873; in-8°.

Osservazioni delle meteore luminose nel 1874-75; anno V. Sans lieu ni date; opuscule in-12.

Giudizio dato dal MERRIFIELD, *intorno all' opera del Cialdi sul moto ondoso del mare.* Roma, Cotta e Comp., 1873; br. in-8°.

Rappresentazione piana di alcune superficie algebriche dotate di curve cuspidali; Nota del prof. L. CREMONA. Bologna, tip. Gamberini, 1872; in-8°.

(A suivre.)

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Avril 1874.

Dates.	Hauteur du baromètre à midi.	Thermomètres du jardin. Minima.	Thermomètres du jardin. Maxima.	Thermomètres du jardin. Moyennes.	Thermomètres du pavillon. Minima.	Thermomètres du pavillon. Maxima.	Thermomètres du pavillon. Moyennes.	Excès sur la moyenne normale de chaque jour.	Température moyenne du sol à 0m,02.	Température moyenne du sol à 0m,10.	Température moyenne du sol à 0m,30.	Température moyenne du sol à 1m,00.	Thermomètres conjugués dans le vide (T' − t).	Tension de la vapeur (moyenne du jour).	État hygrométrique (moyenne du jour).	Électricité atmosphérique.	Ozone.
		°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°				
1	762,1	3,6	15,4	9,5	4,0	15,7	9,9	1,7	8,9	9,5	9,3	8,5	9,0	5,2	61	»	14,0
2	753,7	6,9	17,7	12,3	7,1	17,6	12,4	3,6	10,8	10,5	9,5	8,6	5,4	7,9	72	»	15,0
3	745,4	»	»	(a)7,5	»	»	(a)7,4	−1,3	8,3	9,6	9,8	8,8	1,2	6,6	85	»	18,0
4	749,0	3,9	13,4	8,7	3,8	14,3	9,1	0,0	7,5	8,5	8,9	8,9	9,9	4,7	61	»	14,0
5	745,6	2,0	11,6	6,8	1,9	12,2	7,1	−2,2	6,9	7,8	8,4	8,9	2,6	5,5	78	»	6,0
6	750,3	0,4	14,7	7,6	0,4	15,2	7,8	−2,2	7,7	8,3	8,2	8,8	8,0	5,4	76	»	8,0
7	757,1	1,3	15,3	8,3	1,5	16,1	8,8	−1,1	8,2	8,8	8,5	8,7	8,0	5,2	66	»	4,5
8	754,3	3,8	13,7	8,8	3,4	13,7	8,6	−1,2	7,6	8,6	8,7	8,7	5,7	4,7	63	»	7,0
9	751,4	−1,1	15,9	7,4	−0,9	15,9	7,5	−2,1	8,0	8,4	8,4	8,8	7,8	4,8	62	»	7,0
10	741,6	7,1	11,4	9,3	7,1	11,7	9,4	0,0	8,3	9,0	8,8	8,8	2,2	6,4	80	»	10,0
11	735,8	2,6	13,9	8,3	2,6	13,7	8,2	−1,2	7,7	8,6	8,5	8,9	6,8	5,4	66	»	11,0
12	739,5	7,9	17,3	12,6	8,1	17,5	12,8	3,5	9,8	9,9	9,1	8,9	7,0	6,4	67	»	8,5
13	744,5	3,6	11,0	7,3	4,1	11,5	7,8	−1,9	7,6	8,6	9,1	9,0	3,3	5,7	77	»	13,5
14	744,2	3,3	11,2	7,3	3,4	11,1	7,3	−2,5	7,9	8,3	8,5	9,0	2,8	6,6	81	»	14,0
15	750,9	6,8	9,9	8,4	6,9	9,9	8,4	−1,3	8,2	8,5	8,5	9,0	0,7	7,4	93	»	10,0
16	754,2	5,9	15,7	10,8	6,1	15,7	10,9	1,1	8,7	9,1	8,6	9,0	3,5	7,3	85	»	12,5
17	757,4	7,5	14,6	11,1	7,5	15,0	11,3	1,5	9,5	9,9	9,2	9,0	5,6	6,3	69	»	8,0
18	758,3	5,9	17,3	11,6	6,1	17,4	11,8	2,2	10,3	10,4	9,5	9,1	5,7	7,6	75	»	8,5
19	760,0	8,1	22,8	15,5	8,3	22,8	15,6	5,4	12,3	12,0	10,4	9,5	9,7	7,9	67	»	4,0
20	757,4	10,3	23,9	17,1	11,0	24,7	17,9	7,1	13,5	13,4	11,6	9,5	9,3	7,5	54	»	1,5
21	755,7	9,0	27,3	18,2	10,0	27,9	19,0	8,0	14,3	14,2	12,5	9,9	9,3	7,4	52	»	1,5
22	756,6	10,5	27,0	18,8	11,1	27,0	19,1	8,0	15,2	15,0	13,3	10,3	7,7	8,0	55	»	3,0
23	758,1	9,2	27,2	18,2	10,0	27,2	18,6	7,2	15,2	15,1	13,8	10,7	8,6	8,9	67	»	1,0
24	760,8	10,1	18,2	14,2	10,1	18,5	14,3	3,0	13,9	14,3	13,8	11,1	3,3	9,3	84	»	10,0
25	759,3	9,3	20,6	15,0	9,6	20,4	15,0	3,7	13,8	14,1	13,4	11,4	5,2	9,3	78	»	4,5
26	758,0	10,0	28,3	19,2	10,6	28,2	19,4	8,1	15,5	15,3	13,9	11,6	8,9	8,4	56	»	4,5
27	759,1	10,3	26,3	18,3	10,4	25,8	18,1	6,6	16,2	16,0	14,6	11,8	9,5	7,2	48	»	3,0
28	759,6	10,5	20,3	15,4	11,1	20,2	15,7	4,5	14,6	15,5	14,9	12,1	8,9	5,2	44	»	0,5
29	760,5	4,1	15,4	9,8	4,2	14,8	9,5	−2,0	12,2	13,4	14,1	12,3	10,5	3,1	39	»	2,5
30	754,7	2,2	19,2	10,7	2,2	19,2	10,7	−0,8	12,2	13,1	13,5	12,4	10,1	3,9	41	»	1,5
Moy.	753,2	6,0	17,6	11,8	6,2	17,8	12,0	1,9	10,7	11,1	10,6	9,7	6,5	6,5	67	»	7,6

(*a*) La marche de la température ayant été continuellement descendante, la moyenne diurne a été déduite des quatre observations faites à intervalles égaux.

Observations météorologiq. faites a l'Observatoire de Montsouris. — Avril 1874.

Dates.	Magnétisme terrestre. Déclinaison moyenne.	Inclinaison moyenne.	Intensité.	Pluie. à 0m,10 du sol.	à 1m,80 du sol.	Évaporation (1).	Vents. Direction générale à terre	Vitesse moyenne en kilom. par heure, à terre.	Direction des nuages.	Nébulosité (0 à 10).	Remarques.
	° ′	° ′		mm	mm	mm		k			
1	17.27,2	65.21,1	»	0,2	0,1	4,1	SSO	9,4	OSO	6	Faible rosée. Halo le soir.
2	26,0	22,4	»	»	»	4,0	SSO	15,6	SO	10	Bourrasques.
3	26,8	19,8	»	4,7	3,8	2,5	SSO	14,3	SO-NO	10	Le ciel s'éclaircit le soir.
4	25,0	21,0	»	»	»	4,4	SSO	12,1	SO	2	*Hirundo rustica* (qqs. couples).
5	24,9	19,4	»	1,8	1,6	1,4	SO	6,7	SSO-O	7	Pluie l'après-midi.
6	23,6	21,6	»	0,3	0,1	2,0	variable.	4,2	SSO-NNO	5	Id. Gelée blanche.
7	21,2	22,2	»	0,0	0,0	2,4	O-SSO	3,4	O	4	Gelée blanche. Temps variable.
8	25,5	20,3	»	0,0	0,0	4,0	SSO-NO	7,0	SO-NO	5	Perturb. magnét. depuis hier s.
9	24,9	22,4	»	0,0	0,0	3,9	SSO	10,1	SO	7	Gelée blanche. Pluv. le soir.
10	22,1	21,4	»	5,5	5,0	1,8	SSO	11,4	SSO	10	Pluie après midi et dans la nuit.
11	22,1	22,4	»	0,3	0,2	2,4	SE	7,8	SSE	9	Matinée pluvieuse.
12	21,6	24,5	»	0,2	0,1	3,7	variable.	7,2	SSO	10	Pluv. le matin; lueurs auror.
13	20,7	21,8	»	3,8	3,6	2,4	S	11,9	SSO	8	Pluv. le s., bourr. et pert. magn.
14	22,6	21,6	»	1,9	1,3	1,8	N	15,7	NNE	10	Très-pluvieux, rafales de N.
15	22,7	21,1	»	0,1	0,1	0,9	N	20,6	N	10	Rafales de N et gouttes de pluie.
16	25,8	22,3	»	0,0	0,0	1,4	NNO	7,1	NO	8	Le ciel se dégage après midi.
17	25,6	23,7	»	»	»	2,8	ONO	5,8	ONO	7	*Melolontha vulgaris* en grand nombre.
18	26,1	23,3	»	»	»	2,3	O	6,0	NO-SO	6	Abondante rosée le soir.
19	26,3	24,2	»	»	»	2,5	NNO	2,6	ONO	7	Assez beau.
20	26,2	23,3	»	»	»	3,4	ESE	2,0	SSO	1	Rosée. Très-beau.
21	25,5	23,6	»	»	»	4,3	S	0,9	»	0	Id.
22	26,5	24,1	»	0,0	0,0	5,2	variable.	4,2	S	5	Rosée le soir et tonnerre loint.
23	26,9	25,1	»	0,2	0,2	3,7	OSO	2,6	ONO	2	Rosée le mat., orage à 3h 20m s.
24	26,2	22,8	»	»	»	1,6	NNO	4,1	NO	8	Brumes élevées dans le jour.
25	25,8	23,0	»	»	»	2,1	NE	4,4	NNE	5	Brumes le mat., puis beau temps
26	25,5	25,2	»	»	»	4,5	ENE	3,0	NNE	1	Rosée le matin. Très-beau.
27	24,2	24,8	»	»	»	4,7	NE	4,0	»	2	Id. Nombreux cirrus striés.
28	24,2	25,1	»	»	»	7,0	NE	12,1	NNE	3	As. fort. rafales de 3h à 6h s.
29	25,8	24,6	»	»	»	6,7	NE	9,9	»	1	Beau temps; quelques rafales.
30	25,5	25,8	»	»	»	5,1	NO	2,2	»	0	Légèrement voilé.
Moyen. ou totaux.	17.24,8	65.22,8	»	9,0	16,1	99,0		7,6		5,6	

Les thermomètres de la surface du sol, et sans abri, ont indiqué pour *minima*: le 1, —0°,3; le 6, —2°,0; le 7, —1°,3; le 9, —3°,2; le 30, —2°,0.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES FAITES A L'OBSERVATOIRE DE MONTSOURIS. — AVRIL 1874.

Résumé des observations régulières.

	6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moy.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baromètre réduit à 0°	753,25	753,50	753,17	752,40	752,37	752,96	752,96	752,94
Pression de l'air sec	746,61	746,43	746,68	746,14	746,05	746,42	746,39	746,43
	°	°	°	°	°	°	°	°
Thermomètre à mercure (jardin) (*a*) (*b*).	7,54	12,14	14,99	15,79	13,94	10,99	8,97	11,36
» (pavillon)	7,91	12,44	15,17	16,08	14,01	11,02	8,94	11,51
Thermomètre à alcool incolore	7,36	11,89	14,69	15,54	13,71	10,84	8,83	11,15
Thermomètre électrique à 29^m	»	»	»	»	»	»	»	»
Thermomètre noirci dans le vide, T'	9,12	28,24	33,17	31,73	15,65	»	»	23,58
Thermomètre incolore dans le vide, *t*	7,71	18,47	22,60	22,23	14,24	»	»	17,05
Excès (T' — *t*)	1,41	9,77	10,57	9,50	1,41	»	»	6,53
Températ. du sol à $0^m,02$ de profond^r	8,84	10,18	11,71	12,56	12,14	11,00	10,06	10,69
» $0^m,10$ »	10,05	10,13	10,97	11,84	12,25	11,82	11,22	11,12
» $0^m,20$ »	10,88	10,81	10,70	11,04	11,55	11,78	11,67	11,20
» $0^m,30$ »	10,58	10,44	10,34	10,45	10,69	10,91	10,96	10,64
» $1^m,00$ »	9,67	9,68	9,71	9,73	9,75	9,76	9,77	9,73
Tension de la vapeur en millimètres	6,64	7,07	6,49	6,26	6,32	6,54	6,57	6,51
État hygrométrique en centièmes	83,7	67,8	53,2	49,2	54,2	66,9	75,9	66,7
Pluie en millimètres à $1^m,80$ du sol	0,4	0,1	1,9	5,3	5,0	3,3	0,1	t. 16,1
» (à $0^m,10$ du sol)	0,6	0,2	2,5	6,5	5,5	3,6	0,1	t. 19,0
Évaporation totale en millimètres	7,50	7,56	17,04	24,24	22,07	12,91	7,68	t. 99,0
Vit. moy. du vent par heure en kilom	6,0	6,9	9,4	9,2	9,0	7,3	7,1	»
Pluie moy. par heure (à $1^m,80$ du sol)	0,07	0,03	0,63	1,77	1,67	1,10	0,03	»
Évaporation moyenne par heure	1,25	2,52	5,68	8,08	7,36	4,30	2,56	»
Inclinaison magnétique. 65° +	20',3	21',6	24',4	26',2	25',0	23',2	21',6	22',8
Déclinaison magnétique (*c*). 17° +	21,4	21,1	31,0	29,9	24,8	22,9	21,8	24,8

Tempér. moy. des maxima et minima (parc) .... 11°,8
» » (pavillon du parc) 12,0
» à 10 cent. au-dessus d'un sol gazonné (thermomètres à boule verdie) 15,5

(*a*) *Températures moyennes diurnes calculées par pentades :*

Avril 1 à 5	8°,7	Avril 11 à 15	8°,6	Avril 21 à 25	16°,1
» 6 à 10	7,6	» 16 à 20	12,5	» 26 à 30	14,6

(*b*) *Températures moyennes horaires.*

1h matin	8°,13	1h soir	15°,47
2	7,24	2	15,74
3	6,51	3	15,79
4	6,22	4	15,52
5	6,55	5	14,89
6	7,53	6	13,95
7	8,97	7	12,87
8	10,62	8	11,84
9	12,15	9	10,99
10	13,40	10	10,30
11	14,33	11	9,67
Midi	14,99	Minuit	8,97

(*c*) *Déclinaisons moyennes horaires.*

1h matin	17°.22',8	1h soir	17°.32',3
2	24,2	2	31,7
3	25,1	3	29,9
4	24,9	4	29,7
5	23,5	5	25,9
6	21,4	6	24,8
7	19,7	7	24,1
8	19,4	8	23,7
9	21,1	9	22,9
10	24,3	10	22,1
11	28,3	11	21,6
Midi	31,0	Minuit	21,8

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de à* 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matiè l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Pour Paris	20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

- *A Agen* .... Allègre.
- *Amiens* ..... Prévost-Allo.
- *Angoulême* .. Debreuil.
- *Angers* ..... Barassé. / Lachèse, Bellenvre et Cie.
- *Bayonne* .... Cazals.
- *Besançon* ... Marion.
- *Bordeaux* ... Chaumas. / Sauvat.
- *Bourges* .... David.
- *Brest* .... Lefournier.
- *Caen* .... Legost-Clérisse.
- *Chambéry* ... Perrin.
- *Clerm.-Ferr.* Berthelage.
- *Dijon* ...... Lamarche.
- *Grenoble* ... Drevet.
- *Lille* .... Beghin. / Quarré.
- *Lorient* ..... Mme Tiret.
- *Lyon* .... Beaud. / Palud.
- *Marseille* ... Camoin frères. / Bérard.
- *Montpellier* . Coulet. / Seguin.
- *Nantes* ..... Douillard frères. / Mme Veloppé.

chez Messieurs :

- *A Nancy* ...... Mlle Gonet. / Grosjean.
- *Nîmes* ...... Giraud.
- *Orléans* .... Vaudecraine.
- *Poitiers* .... Létang.
- *Rennes* ..... Hauvespre. / Verdier.
- *Rochefort* ... Boucard. / Valet.
- *Rouen* ...... Lebrument. / Herpin.
- *St-Étienne* .. Chevalier.
- *Toulon* ..... Rumèbe. / Ravel.
- *Toulouse* .... Gimet. / Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

- *A Metz* .... Ballet. / Rousselot. / Warion.
- *Mulhouse* ... Perrin.
- *Strasbourg* .. Derivaux. / Simon. / Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

- *A Amsterdam* .. L. Van Bakkenes et Cie.
- *Barcelone* .. Verdaguer.
- *Berlin* ..... Asher et Cie.
- *Bologne* .... Zanichelli et Cie.
- *Boston* ..... Sever et Francis.
- *Bruxelles* ... Decq. / Muquardt.
- *Cambridge* .. Dighton.
- *Édimbourg* .. Seton et Mackenzie.
- *Florence* .... Jouhaud.
- *Gand* .... Lebrun-Devigne.
- *Genes* ...... Beuf.
- *Genève* ..... Cherbuliez.
- *La Haye* ... Belinfante frères.
- *Lausanne* ... Blanc, Imer et Lebat.
- *Leipzig* ..... Brockhaus. / Dürr. / Voss.
- *Liége* ...... Bounameaux. / Gnusé.
- *Lisbonne* .... Silva junior et Cie.
- *Londres* ..... Asher et Cie. / Dulau. / Nutt.
- *Luxembourg.* V. Büch.
- *Milan* ...... Dumolard frères.
- *Moscou* ..... Gautier.

chez Messieurs :

- *A Madrid* ..... Bailly-Baillière. / Duran. / Ve Poupart et fils.
- *Naples* ..... Pellerano.
- *New-York* .. Christern.
- *Oxford* ..... Parker et Cie.
- *Palerme* .... Pédone-Lauriel.
- *Porto* ...... Mme Ve Moré. / Chardron.
- *Rio-Janeiro.* Garnier.
- *Rome* ...... Bleggi.
- *Rotterdam* .. Kramers.
- *Stockholm* .. Bonnier. / Samson et Wallin.
- *St-Pétersb.* . Issakoff. / Mellier. / Wolff.
- *Trieste* ..... Münster.
- *Turin* ...... Bocca frères. / Marietti.
- *Varsovie* .... Hösick. / Gebethner et Wolff
- *Venise* ..... Münster.
- *Vérone* ..... Münster.
- *Vienne* ..... Gerold et Cie.
- *Zürich* ..... Orell, Füssli et Cie. / Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. 20

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix 20

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbati qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement d la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches 25

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les di » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultan ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, a 27 planches, 1861 25

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 4 Mai 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 19 (11 Mai 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur une Note de M. l'abbé* Aoust, *insérée dans le* Compte rendu *de la dernière séance;* par M. **J.-A. Serret.**

« Je demande à l'Académie la permission de lui présenter quelques observations au sujet d'une Note de M. l'abbé Aoust, qui a été insérée dans le *Compte rendu* de la séance précédente et qui a pour titre : *Sur les intégrales des équations différentielles des courbes qui ont une même surface polaire.*

» L'auteur fait remarquer, en commençant, que la recherche dont il s'occupe se lie intimement à plusieurs questions de la théorie des surfaces et notamment à la *détermination des surfaces dont toutes les lignes de courbure d'un même système sont planes.* Il ajoute, à la fin de son article, que l'analyse dont il fait usage fournit la solution du problème général qui a pour objet de *trouver les trajectoires orthogonales des positions successives d'un plan mobile.*

» La question dont M. l'abbé Aoust s'est occupé ne diffère pas, en effet, du problème des trajectoires orthogonales d'un plan mobile, puisque *la tangente en un point d'une courbe quelconque est perpendiculaire au plan osculateur de l'arête de rebroussement de la surface polaire, au point correspondant.*

» Ce que je tiens surtout à rappeler à l'Académie, c'est que j'ai résolu, il y a déjà longtemps, non-seulement le problème dont il s'agit ici, mais aussi les questions relatives aux lignes de courbure qui se rattachent à ce problème, et qui ne sont pas sans offrir quelque difficulté. J'ai présenté la solution de ces questions comme une application importante des formules que j'ai introduites dans l'analyse des propriétés des lignes et des surfaces courbes, et j'y ai consacré cinq articles qui ont été insérés dans nos *Comptes rendus*. Voici les titres de ces articles :

I. Sur les trajectoires orthogonales d'un plan mobile (séance du 31 décembre 1855);

II. Sur les trajectoires orthogonales d'une sphère mobile (séance du 21 janvier 1856);

III. Sur les surfaces dont les lignes de l'une des courbures sont sphériques (séance du 21 janvier 1856);

IV. Sur les surfaces dont les lignes de l'une des courbures sont sphériques (*suite*) (séance du 4 février 1856);

V. Sur les surfaces dont les lignes de l'une des courbures sont planes (séance du 4 février 1856).

» J'ai reproduit plus tard toute cette analyse dans une Note annexée à la sixième édition du *Calcul différentiel et intégral* de Lacroix.

» Quant à ce qui concerne spécialement le problème qui a pour objet la recherche des courbes répondant à une surface polaire donnée, on en trouve une solution très-simple à la page 434 du premier volume de mon *Cours de Calcul différentiel et intégral*. J'ajoute que le même problème a été aussi le point de départ du Mémoire *Sur une classe remarquable d'équations différentielles simultanées*, que j'ai présenté à l'Académie le 12 juillet 1852, et qui a été inséré dans le tome XVIII du *Journal de M. Liouville*. »

« M. Serret rappelle que, dans une précédente séance, il a offert à l'Académie, de la part de l'auteur, M. Domenico Tessari, une brochure en langue italienne qui n'a pas été mentionnée au *Bulletin bibliographique*, et dans laquelle l'auteur met en évidence, par un raisonnement géométrique, l'inexactitude de l'explication du phénomène de la déviation du plan d'oscillation du pendule, exposée dans plusieurs Traités de Physique. Les idées que développe M. Tessari s'accordent avec celles qui ont été émises, il y a déjà longtemps, par Poncelet, ainsi qu'avec la théorie analytique dont M. Serret a présenté un aperçu à l'Académie, mais dont il n'a pas encore publié le détail. »

PHYSIQUE. — *Sur la distribution intérieure du magnétisme dans un faisceau de plusieurs lames;* par M. J. JAMIN.

« J'ai fait voir, dans ma dernière Communication, que le magnétisme d'une lame simple peut se décomposer en filets élémentaires serrés contre la surface. Leur nombre, c'est-à-dire le magnétisme total, est exclusivement déterminé par l'étendue de la section moyenne à travers laquelle ils passent tous. Les pôles de ces filets affleurent aux surfaces libres de la lame à droite et à gauche de la ligne moyenne; leur distribution est réglée par la forme et l'étendue de ces surfaces; les intensités magnétiques sur chaque élément sont proportionnelles au nombre des pôles qui y aboutissent, et la somme des intensités sur toute la surface mesure la somme des pôles ou la totalité du magnétisme. Que deviennent ces filets et ces pôles quand on superpose en faisceaux un nombre quelconque de lames?

» Pour résoudre cette question, il faut d'abord savoir évaluer tout le magnétisme répandu sur un aimant, non-seulement sur le plat, mais encore sur la tranche longitudinale et sur la face extrême. J'ai montré comment on opère pour le plat : on mesure l'intensité moyenne à des distances déterminées de l'extrémité, et on en construit la courbe. L'aire de cette courbe s'obtient en la divisant en trapèzes de 50 millimètres de hauteur dont on prend l'ordonnée moyenne y; $50y$ est la surface de chacun d'eux; $50\,\Sigma y$ est l'aire totale, et le produit de cette quantité par deux fois la largeur A mesure, sur les deux plats, la totalité du magnétisme $100\,A\Sigma y$.

» On mesure ensuite l'intensité y_1 sur toute la longueur de chacune des deux tranches, comme on l'a fait sur le plat, et, l'épaisseur étant E, on trouvera de même la somme $100\,E\Sigma y_1$. Enfin la face extrême a une tension moyenne y_2, une surface AE et contient AEy_2.

» La somme totale du magnétisme d'une lame ou d'un faisceau sera donc

$$100\,A\Sigma y + 100\,E\Sigma y_1 + AEy_2 = 100\,A\left(\Sigma y + \frac{E}{A}\Sigma y_1 + \frac{E}{100}y_2\right).$$

» On peut négliger le facteur constant 100A, et, comme dans mes expériences la largeur A était égale à 50 millimètres, on peut écrire

$$(1) \qquad m = \Sigma y + \frac{E}{A}\left(\Sigma y_1 + \frac{y2}{2}\right).$$

» J'ai toujours mesuré séparément y, y_1 et y_2; mais, pour simplifier la formule et la discussion, je ferai remarquer que, E étant toujours beaucoup

plus petit que A, le premier terme Σy l'emporte sur le second qui, dès lors, peut être évalué approximativement. Or j'ai reconnu que les intensités y_1 sur la tranche sont toujours proportionnelles à y, et sensiblement égales à $(1,2)\,y$. D'autre part y_2 est aussi proportionnel à Σy et peut s'écrire $\alpha\Sigma y$.

» La formule devient

$$m = \Sigma y\left[1 + \frac{E}{A}(1,2 + \alpha)\right]$$

ou

$$(2) \qquad m = \Sigma y\left(1 + \mu\frac{E}{A}\right).$$

Les expériences ont été faites avec les lames qui ont servi dans mon précédent Mémoire; elles ont 1 mètre de longueur, 50 millimètres de largeur, et des épaisseurs de 1, 2, 3 et 4 millimètres.

» *Études d'un faisceau décomposé et recomposé.* — I. J'étudie d'abord un faisceau composé de huit lames identiques, de 3 millimètres d'épaisseur, aimantées individuellement et superposées ensuite. Après une heure, je les sépare et je mesure sur chacune les ordonnées moyennes à des distances de l'extrémité égales à 0, 50, ..., 400 millimètres.

TABLEAU I.

Distances...	0	50	100	150	200	300	400
Nos 1.........	4,3	2,0	2,0	1,4	1,2	0,7	0,5
2.........	5,6	2,8	2,3	1,2	0,9	0,6	0,5
3.........	4,7	1,8	1,2	1,0	0,9	1,0	0,7
4.........	5,0	2,0	1,5	1,5	1,5	0,7	0,6
5.........	5,4	1,8	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7
6.........	4,8	2,8	2,8	1,8	1,0	0,9	0,0
7.........	»	»	»	»	»	»	»
8.........	6,2	3,3	1,4	1,4	1,4	0,7	0,6
Moy.....	5,14	2,38	1,74	1,33	1,13	0,75	0,60

Les différences assez notables qu'on remarquera dans ces résultats n'ont aucun rapport avec le rang occupé par les lames; elles viennent de leur inégalité; elles se déplacent quand on change l'ordre de superposition. J'admets donc que toutes les lames d'un faisceau, si elles sont identiques, conservent, pendant leur superposition, des quantités de magnétisme égales et indépendantes de leur rang.

» II. Je reconstitue maintenant, lame par lame, le faisceau que je viens de défaire, et je mesure les valeurs de l'intensité moyenne pour chaque groupement successif de 1, 2, ..., 8 lames.

TABLEAU II.

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	5 lames.	6 lames.	8 lames.
0........	5,1	8,8	9,3	10,9	11,5	12,5	12,8
50........	2,4	5,1	6,1	7,0	8,1	9,1	9,9
100........	1,7	3,8	5,0	5,7	6,9	7,5	8,0
150........	1,3	3,0	4,0	4,8	5,8	6,4	6,9
200........	1,1	2,3	3,2	4,0	4,7	5,3	5,8
300........	0,7	1,3	1,4	2,6	3,0	3,4	3,9
400........	0,6	0,6	0,8	1,5	1,4	2,0	2,2
y..........	11,3	21,6	30,0	37,7	41,0	50,0	52,7
m..........	12,20	25,23	37,32	49,86	57,45	69,6	96,08
$\frac{m}{n}$..........	12,20	12,61	12,44	12,46	11,49	11,60	12,01

» Ces expériences conduisent aux remarques suivantes :

» 1° A mesure que le nombre des lames augmente, les intensités croissent en chaque point. Un faisceau possède donc en quantité et en tension plus de magnétisme que chacun de ses éléments.

» 2° Les courbes magnétiques, d'abord conformes à la loi de Biot, et très-convexes par rapport à l'axe des longueurs, se redressent progressivement et s'étalent peu à peu vers la ligne moyenne. Elles tendent vers une droite passant par le milieu et atteignent à la limite l'*aimant normal,* dont j'ai donné autrefois la théorie.

» 3° La totalité m du magnétisme du faisceau a été calculée par la formule (1). On voit que $\frac{m}{n}$ est constant, c'est-à-dire que le magnétisme total est égal à la somme des magnétismes de chaque élément.

» 4° On en conclut que le faisceau est aimanté dans toutes ses parties, aussi bien au centre que sur le contour de la section moyenne, et c'est pour cela qu'il est plus énergique qu'un barreau unique qui aurait la même épaisseur, lequel n'a qu'une aimantation superficielle.

» 5° Il faut admettre que les filets élémentaires, gardant leurs places dans la section moyenne de chaque lame, se prolongent en développant des phénomènes d'influence jusqu'aux surfaces extérieures, et les pôles de chaque lame, abandonnant les parties en contact, viennent tous s'épanouir à l'extérieur sur les seules surfaces restées libres.

» III. D'après la formule (2), le magnétisme contenu séparément dans n lames est

$$n\Sigma y\left(1+\mu\frac{E}{A}\right).$$

Réunies, ces lames forment un faisceau dont l'épaisseur est nE, dont les intensités moyennes sont Y, et qui renferme une somme de magnétisme égale à la précédente, ce qui donne

$$(3) \qquad \Sigma Y\left(1+\mu\frac{nE}{A}\right)=n\Sigma y\left(1+\mu\frac{E}{A}\right),$$

et, en effectuant approximativement la division,

$$(4) \qquad \frac{\Sigma Y}{n}=\Sigma y\left[1-(n-1)y\frac{E}{A}\right],$$

d'où l'on déduit que $\frac{\Sigma Y}{n}$ décroît en progression arithmétique quand le nombre des lames augmente d'une unité; l'expérience vérifie cette déduction. En moyenne, la raison de cette progression est 0,5, et l'on trouve

	Nombre de lames	1	2	3	4	5	6	8
ΣY		11,3	21,6	30,0	37,7	40,0	50,0	52,7
$\frac{\Sigma Y}{n}$	Observé	11,3	11,6	10,0	9,4	8,0	8,3	6,6
	Calculé	11,3	10,8	10,3	9,8	9,3	8,8	7,3

» *Étude d'un faisceau formé de lames saturées.* — Le faisceau que nous venons d'analyser se composait de lames originairement aimantées à saturation. Leur magnétisme primitif variait de 18 à 19. Après leur séparation, il était réduit à 11 : elles ont donc perdu.

» Pour trouver la cause et la loi de cette perte, nous réaimantons les mêmes lames à saturation; nous en formons des groupes de 1, 2, 3,..., 8 éléments, et nous étudions chacun d'eux comme le précédent, c'est-à-dire en cherchant : 1° son magnétisme total m; 2° celui de chaque lame séparée m'. Nous trouvons d'abord, comme précédemment : 1° que le magnétisme m' est le même pour tous les éléments d'un même faisceau; 2° qu'il est égal à la $n^{ième}$ partie du magnétisme total, ou à $\frac{m}{n}$.

TABLEAU III. — *Une seule lame saturée séparée d'un faisceau de n lames.*

Distances.	$n=1$	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=8$
0	8,6	6,9	6,5	6,1	5,9	5,6
50	5,6	3,2	4,2	3,2	2,9	2,9
100	3,6	2,7	2,8	2,4	2,1	2,0
150	2,6	2,0	2,1	1,9	1,6	1,4
200	1,5	1,6	1,5	1,4	1,1	1,1
300	0,5	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7
400	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Σy	18,21	16,6	16,5	15,7	12,2	11,8
m'	19,2	18,0	17,9	17,0	13,8	12,8

Faisceau de n lames.

Distances.	$n=1$	$n=3$	$n=4$	$n=$	$n=65$	$n=8$
m............	19,2	51,1	67,2	»	81,2	87,0
$\frac{m}{n}$............	19,2	17,0	16,8	»	13,5	10,9

» Nous remarquons, en outre, que le magnétisme conservé par chaque lame, et qui est exprimé par les valeurs égales de m' et de $\frac{m}{n}$, reste sensiblement constant et égal à celui qui a été donné par l'aimantation tant que le nombre n ne dépasse pas 4 ou 5; après quoi il diminue rapidement et continue de décroître quand n continue à augmenter. Ainsi chaque lame perd, par la superposition, d'abord très-peu, ensuite beaucoup.

» La raison en est facile à trouver : quand on superpose un petit nombre de lames, les magnétismes s'ajoutent, les pôles se transportent sur les surfaces libres, les courbes de distribution des deux aimantations inverses s'élèvent, mais sans atteindre la ligne moyenne et sans se rencontrer. A la sixième lame, elles se rejoignent au milieu; les aimantations contraires se superposent et se détruisent en partie : l'aimant normal est constitué. Un plus grand nombre de lames n'ajoute plus rien à ΣY; il n'y a plus de place suffisante pour laisser s'épanouir les filets magnétiques qu'on ajoute, et la quantité finale du magnétisme atteint une limite quand les surfaces sont saturées. Les tableaux suivants font connaître les valeurs de $\frac{m}{n}$ pour les quatre séries de lames de 1, 2, 3, 4 millimètres d'épaisseur : ils confirment les remarques précédentes.

FAISCEAU DE *n* LAMES.

Lames de 1 millimètre.

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	6 lames.	8 lames.	10 lames.	50 lames.	100 lames.
0....	6,6	8,9	11,6	12,6	14,0	13,9	15,4	»	»
50....	3,6	4,9	7,0	11,5	10,2	11,0	11,9	»	»
100....	1,3	2,7	4,5	6,2	7,6	9,0	9,7	»	»
150....	0,7	1,4	2,8	4,4	5,2	7,2	8,0	»	»
200....	0,5	0,9	1,6	2,8	3,3	5,6	6,4	»	»
300....	0,2	0,5	1,0	1,4	2,0	3,0	3,8	»	»
400....	0,0	0,2	0,7	0,6	1,6	1,4	1,7	»	»
Σy.....	7,6	14,2	23,1	30,7	40,6	50,2	5,66	»	»
$\frac{\Sigma y}{n}$.....	7,6	7,1	77,84	71,7	6,8	6,2	5,66	»	»
m.......	7,8	15,0	25,1	34,1	46,4	60,9	71,7	131,6	156,6
$\frac{m}{n}$.....	7,8	7,5	8,2	8,5	7,7	7,8	7,7	2,63	1,56

Lames de 2 millimètres.

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	6 lames.	10 lames.	50 lames.	100 lames.
0.......	10,3	12,9	14,5	14,5	15,0	15,0	»	»
50.......	5,6	8,7	9,7	10,4	10,4	10,5	»	»
100.......	3,2	6,5	7,9	8,0	9,2	9,3	»	»
150.......	1,6	4,7	6,1	7,7	7,9	7,5	»	»
200.......	0,7	3,0	5,0	6,0	6,7	6,2	»	»
300.......	0,3	1,3	2,7	3,6	4,2	3,9	»	»
400.......	0,1	0,3	1,0	1,7	2,1	2,4	»	»
Σy.......	15,6	31,3	44,9	52,2	56,5	56,5	56,5	56,5
$\frac{\Sigma y}{n}$.......	15,6	15,6	14,9	13,0	9,4	5,6	1,1	0,56
m.......	16,5	35,0	51,2	63,4	74,6	85,6	205,9	356,5
$\frac{m}{n}$.......	16,5	17,5	17,0	15,9	12,4	8,5	4,1	3,5

Lames de 3 millimètres.

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	4 lames.	6 lames.	8 lames.	10 lames.	100 lames.
0......	8,6	11,0	11,7	12,6	13,5	15,0	»	»
50......	5,5	7,6	8,4	9,8	10,5	10,8	»	»
100......	3,6	6,4	7,7	8,1	8,7	8,6	»	»
150......	2,6	4,3	6,3	6,7	7,3	7,6	»	»
200......	1,5	3,4	5,2	5,7	6,2	6,7	»	»
300......	0,5	1,8	2,3	3,7	4,2	3,8	»	»
400......	0,1	0,9	1,9	2,4	2,2	2,5	»	»
Σy.......	18,1	31,6	41,2	51,0	55,0	57,0	57,0	57,0
$\frac{\Sigma y}{n}$.......	18,1	15,8	13,7	12,7	9,2	7,1	5,7	5,7
m.......	19,2	37,4	51,1	67,2	81,2	87,0	107,0	557,0
$\frac{m}{n}$.......	19,2	18,7	17,0	16,8	13,5	10,9	10,7	5,57

Lames de 4 millimètres.

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	7 lames.	10 lames.	100 lames.
0......	10,4	11,9	13,3	13,5	14,5	»	»
50......	6,5	8,5	9,4	10,3	10,5	»	»
100......	4,6	6,6	7,7	8,8	8,7	»	»
150......	2,7	5,5	6,3	7,0	7,3	»	»
200......	2,1	4,1	5,1	6,1	6,2	»	»
300......	0,6	1,6	2,8	3,4	4,2	»	»
400......	»	0,7	1,6	1,8	2,1	»	»

Distances.	1 lame.	2 lames.	3 lames.	5 lames.	7 lames.	10 lames.	100 lames.
Σy......	22,0	36,2	45,8	52,3	55,4	55,4	55,4
$\frac{\Sigma y}{n}$......	22,0	18,1	15,3	10,8	7,9	5,5	0,55
m.......	24,5	44,1	60,5	82,8	96,4	116,7	658,5
$\frac{m}{n}$.......	24,5	22,0	20,2	16,5	13,8	11,6	6,58

» La formule (3) explique tous ces phénomènes : tant qu'il n'y a pas de perte par recomposition, elle montre que le magnétisme total est égal à n fois celui qu'a reçu chaque lame. Lorsque la limite est atteinte, ΣY est devenu constant et, à partir de là, la formule permet de calculer la somme de magnétisme $\Sigma y\left(1+\mu\frac{E}{A}\right)$ restée sur chaque lame. Cette somme est

$$\frac{\Sigma Y}{n}\left(1+\frac{\mu n E}{A}\right)=\Sigma Y\left(\frac{1}{n}+\frac{\mu E}{A}\right).$$

On voit qu'elle est égale à une quantité constante augmentée d'un terme $\frac{\Sigma Y}{n}$ qui est en raison inverse du nombre n des lames. Si n est très-grand, ce terme est négligeable, et chaque lame conserve à sa limite une quantité $\mu\frac{E}{A}\Sigma Y$, qui est d'autant plus petite que l'épaisseur E est moindre : c'est ce que montrent les tableaux précédents.

» En résumé : 1° toutes les lames ont le même magnétisme m; 2° le magnétisme M du faisceau est égal à la somme de ceux des lames $M = mn$; 3° si n est petit, chaque lame garde le magnétisme qu'elle avait; 4° si n dépasse un certain nombre, les surfaces sont saturées, M atteint une limite constante, m décroît; 5° la limite de M ne dépend que de l'étendue des surfaces de l'aimant. »

BOTANIQUE. — *De la théorie carpellaire d'après des Hippocastanées;* par M. A. TRÉCUL.

« En présentant à l'Académie mes observations sur l'organisation des pistils des *Pæonia* (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 409), j'ai dit que leur tissu périphérique est parcouru par des faisceaux irradiants, ramifiés à peu près en forme de corne de cerf, analogues à ceux qui ont été signalés par M. Cave dans l'*Æsculus Hippocastanum*. L'existence de ces faisceaux, et d'autres caractères que je me propose de décrire aujourd'hui,

sont en opposition formelle avec la théorie qui prétend retrouver dans le pistil la constitution d'autant de feuilles qu'il y a de carpelles.

» Voici les faits sur lesquels mon opinion est fondée.

» Dans les *Æsculus* et les *Pavia*, le pédicelle articulé qui porte chaque fleur possède un nombre de faisceaux qui varie suivant les espèces et aussi suivant la hauteur à laquelle sont prises les coupes étudiées. Ce nombre est trouvé de cinq, six, sept à dix faisceaux ou plus, qui, sous la fleur, forment une zone ondulée à six angles ou courbes saillantes, rarement sept, du sommet desquelles sortent les faisceaux qui vont au calice (*Æsculus ohiotensis, rubicunda, Hippocastanum; Pavia discolor, humilis, rubra, neglecta, macrostachya*). Des six faisceaux ainsi émis, trois ou quatre sont bifurqués dès la base, ce qui porte à neuf ou dix le nombre des faisceaux. Quand il n'y en a que neuf, une bifurcation nouvelle donne un dixième faisceau. Ces dix faisceaux, qui se ramifient dans le tube même du calice, sont disposés de façon que cinq, avec leurs branches, se prolongent au milieu des sépales, tandis que les cinq autres, placés au-dessous des intervalles des sépales, se ramifient aussi et envoient de leurs rameaux dans les côtés des deux sépales voisins; beaucoup moins souvent ils ne s'étendent que dans le côté d'un seul des sépales placés au-dessus d'eux; et, comme il n'y a ordinairement que quatre pétales, le cinquième, qui alternerait avec les deux sépales inférieurs, manquant presque toujours, l'unique faisceau que chacun de ces pétales reçoit est inséré sur l'un des faisceaux opposés aux autres intervalles des sépales, c'est-à-dire que deux pétales alternent avec le sépale supérieur et les deux latéraux voisins, les deux autres pétales alternant avec ces deux sépales latéraux et les deux sépales inférieurs.

» Après avoir donné les faisceaux des enveloppes florales, le système vasculaire produit communément sept faisceaux staminaux (plus rarement six ou huit), qui sont situés de façon que, une ligne idéale étant menée d'un côté à l'autre de la fleur, il y a quatre étamines dans la moitié supérieure et trois dans la moitié inférieure.

» Enfin, pour former le système vasculaire du pistil, celui de l'axe se dispose en prisme triangulaire à arêtes obtuses, ou en une figure irrégulière qui approche plus ou moins de celle-ci. Aux faces du triangle correspondent trois faisceaux plus forts, qui s'avancent au centre du pistil et constituent les faisceaux placentaires. De chaque angle, c'est-à-dire du fond de l'intervalle qui sépare les faisceaux placentaires, et de la partie inférieure latérale de ces faisceaux, parfois même de leur dos, sortent successivement quel-

ques faisceaux plus délicats, qui se divisent en se rangeant en arc, et s'écartent graduellement des placentaires pour constituer, en montant, la charpente des parois de l'ovaire. Chaque arc ou plutôt chaque lame réticulée fibrovasculaire courbe, correspondant à un carpelle, se partage très-nettement en deux moitiés longitudinales; c'est que les faisceaux de la ligne médiane proéminent en une arête saillante, formée par des fascicules grêles, arrangées dès l'origine pour faciliter la déhiscence. Le sommet de cette arête est occupé assez fréquemment par un fascicule si ténu qu'il faut parfois un examen attentif pour l'apercevoir, et souvent aussi il n'existe que sur des espaces peu étendus; en sorte que, dans certaines espèces (*Æsculus ohiotensis*, *Pavia discolor*, *humilis*, *macrostachya*), le système vasculaire est réellement interrompu, suivant cette ligne de déhiscence, sur les autres parties où manque ce fascicule. Dans l'*Æsculus Hippocastanum*, l'arête a quelquefois pour faîte un fascicule comme il vient d'être dit, mais plus fréquemment elle est fermée par une étroite courbe ou gouttière composée de très-petits groupes vasculaires, qui n'ont les caractères ni de la nervure médiane d'une foliole, ni du pétiole de ce végétal (1). En tout cas, le réseau

(1) Si l'on compare cette ligne médiane des carpelles à la gaîne, au pétiole d'une feuille, ou à la nervure médiane d'une foliole, on trouve qu'elle ne leur ressemble pas. Dans ces trois parties de la feuille, les faisceaux sont rangés suivant un arc vers le dos de l'organe, et suivant la corde de cet arc à la face supérieure. Tous ont les trachées tournées vers l'axe même de cet organe. Dans la gaîne, les faisceaux sont plus isolés que dans le pétiole, où ils sont plus ou moins rapprochés ou confluents; quelques-uns, toutefois, en nombre égal à celui des folioles, s'écartent plus ou moins en arrière, comme cela est très-marqué principalement dans les *Pavia neglecta* et *hybrida*. La nervure médiane des folioles a la même constitution générale que le pétiole; seulement, dans sa partie supérieure la plus grêle, il ne reste qu'un arc fibrovasculaire dorsal, relativement fort, dont la corde a disparu. Cette structure appartient aux *Æsculus* et aux *Pavia;* mais, dans les *Æsculus*, il y a en outre quelques faisceaux répartis dans la moelle centrale du pétiole. Dans l'*Æsculus rubicunda*, sept environ y sont disposés en V; un petit et un plus gros sont de plus interposés dans l'ouverture du V et un dernier en occupe le centre. Ceux qui sont intercalés dans l'ouverture du V ont leur côté vasculaire tourné vers le dos du pétiole; les autres sont orientés normalement. Dans le pétiole de l'*Æ. ohiotensis*, il y a quatre ou cinq faisceaux dans la moelle centrale, et les vaisseaux de quelques-uns entourent complétement le système libérien. Dans l'*Æ. Hippocastanum*, il y a de même quatre ou cinq faisceaux centraux qui sont simples, doubles ou circulaires. Les simples peuvent avoir leur liber à moitié entouré par les vaisseaux; les doubles sont formés de deux adossés par leur liber; dans les circulaires, les deux demi-cercles de vaisseaux périphériques se sont joints par les côtés. J'ai déjà décrit des faisceaux de ces diverses structures, en traitant des Aroïdées et ailleurs en parlant des *Pastinaca sativa, Opopanax Chironium*, etc. (*Comptes rendus*, t. LXI, p. 1164 et t. LXIII,

fibrovasculaire de chaque côté ne rappelle en rien, et à aucune époque, en raison de la marche sinueuse et du mode de ramification des faisceaux qui en constituent les mailles irrégulières, la nervation pennée de ces folioles.

» Quand on étudie, dans l'ovaire ou dans le fruit, la ligne médiane ou de déhiscence du système fibrovasculaire des carpelles, on la trouve limitée de chaque côté par des faisceaux longitudinaux, à peu près rectilignes, qui diffèrent beaucoup de l'arrangement des faisceaux sinueux formant le reste de la paroi. On remarque parfois, sur des coupes perpendiculaires au rayon des jeunes fruits de l'*Æsculus ohiotensis*, du *Pavia discolor*, etc., que les deux faisceaux dressés limitrophes sont unis, en quelques endroits, par un fascicule très-oblique, qui, sur certaines coupes transversales, doit se trouver opposé au milieu de l'arête. Quelquefois même ce fascicule médian ne va pas d'un faisceau latéral à l'autre; parti d'un de ces faisceaux latéraux, il s'avance sur le milieu de la ligne de déhiscence et retourne plus loin au faisceau duquel il est sorti.

» Le réseau fibrovasculaire pariétal est mis en rapport avec les placentas par des faisceaux dont il va être question maintenant. Les trois faisceaux placentaires qui montent au centre de l'ovaire, et qui sont opposés aux cloisons, ont leurs vaisseaux tournés vers l'axe, comme cela a lieu dans un grand nombre de plantes, ce qui empêche de considérer chacun d'eux comme formé par la réunion de deux faisceaux marginaux appartenant à des feuilles carpellaires contiguës. Les trois faisceaux placentaires sont libres entre eux jusqu'au près de l'insertion des ovules. Là ils contractent une union de leurs éléments vasculaires sur un si court espace qu'il faut beaucoup d'attention pour la distinguer. Elle est vue plus aisément dans le *Pavia neglecta* que dans les autres espèces. Au-dessus de cette union chaque faisceau placentaire se bifurque, et ses deux branches ayant leurs vaisseaux tournés vers les loges, envoient un rameau chacune dans l'ovule voisin. A partir de cette division, les six faisceaux qui en résultent décrivent une courbe dont la convexité est tournée vers l'extérieur. Ce n'est ordinairement qu'au bas de cette courbe que ces faisceaux commencent à donner des rameaux qui traversent les cloisons (*Æsculus ohiotensis*, *rubicunda*, *Hippocastanum*, *Pavia neglecta*). Les branches inférieures qu'ils émettent ainsi sont notablement inclinées de haut en bas; les autres sont plus ou moins

---

p. 247 et suiv.). Je n'ai point trouvé de faisceaux centraux dans la moelle de la nervure médiane de l'*Æsculus ohiotensis;* j'en ai vu un dans celle de l'*Æ. rubicunda* et trois dans celle de l'*Æ. Hippocastanum*.

ascendantes; quand elles se ramifient, leurs divisions vont en divergeant se terminer dans le réseau périphérique. La ramification des faisceaux placentaires de l'ovaire ou des jeunes fruits du *Pavia discolor* mérite une mention spéciale, parce que ces faisceaux commencent à se ramifier beaucoup plus bas; il en naît, en effet, des branches à presque toutes les hauteurs, et chacune d'elles, souvent ascendante, produit deux, trois ou quatre rameaux qui atteignent le réseau périphérique.

» Cette disposition des branches des faisceaux placentaires est une autre preuve contraire à la théorie des feuilles modifiées, puisque les branches et leurs rameaux ont une direction inverse de celle qu'auraient des nervures transversales venues d'une nervure médiane, qui d'ailleurs n'existe point ici, ou n'a point de nervation pennée. En outre, pour que la théorie eût quelque apparence de vérité, il faudrait que le réseau périphérique se prolongeât dans les cloisons et parût ainsi continuer la lame de la feuille. Il n'en est rien: ces rameaux des faisceaux placentaires, qui ont, je le répète, une direction inverse de celle que la théorie leur suppose, ne sont point reliés les uns aux autres à travers les cloisons; ils sont libres entre eux, et, quand ils ont rejoint le réseau périphérique, leurs subdivisions s'y mêlent, en s'atténuant de plus en plus, et l'on en peut suivre les sinuosités dans le fruit de l'*Æsculus Hippocastanum*, etc., jusque dans le voisinage de la ligne médiane des carpelles. La distribution de ces ramifications extrêmes achève de démontrer que les faisceaux qui suivent cette ligne médiane sont disposés pour préparer la déhiscence et ne peuvent constituer la nervure médiane d'une feuille, quelque modifiée qu'on suppose celle-ci.

» Au-dessous de l'insertion des ovules, chaque faisceau placentaire commence donc à s'éloigner de l'axe et à décrire une courbe ascendante; il arrive ainsi, en se ramifiant, au sommet de l'ovaire; après quoi, il entre dans le style. Celui-ci, parcouru longitudinalement par la prolongation des trois loges, qui sont devenues confluentes à la faveur de l'écartement des faisceaux placentaires supérieurs, mais qui se referment plus haut dans le style, celui-ci, dis-je, présente à la face dorsale et sur les côtés de chaque cavité quelques fascicules qui continuent les faisceaux pariétaux et les placentaires du carpelle correspondant. Il y a cinq fascicules dans le prolongement de chaque carpelle jusqu'à une hauteur variable, un dorsal et deux de chaque côté; puis les deux latéraux voisins s'unissant, il ne reste plus derrière chaque canalicule que trois faisceaux qui s'étendent jusqu'à une assez petite distance du sommet, où ces trois faisceaux peuvent

se fusionner, de façon que le style n'offre alors que trois faisceaux dorsaux sur un court espace de sa partie supérieure (*Æsculus rubicunda*).

» Telle est la structure de ce qui peut être appelé la charpente du pistil ou du fruit; mais, dès l'époque ovarienne, dans une fleur féconde épanouie, on peut voir souvent l'ébauche de petits faisceaux très-nombreux qui irradient vers la périphérie de l'ovaire, et qui partent directement de la surface des faisceaux du réseau décrit plus haut, ou de la surface de faisceaux secondaires horizontaux ou sinueux, développés à l'extérieur et dans un plan parallèle à celui des premiers-nés, qui les produisent comme il sera indiqué plus loin.

» J'ai dit que ces faisceaux irradiants ont été signalés par M. Cave; mais ce botaniste avait imaginé, à l'appui de la théorie des feuilles carpellaires, un mode d'accroissement des feuilles et des carpelles, d'après lequel il croyait aussi différencier des tiges ces deux sortes d'organes. Il pensait que, dans les feuilles et dans les carpelles, les vaisseaux les premiers-nés étaient les plus externes, et, dans l'*Æsculus Hippocastanum*, qu'il a examiné, il cite, comme preuve de cette évolution centripète, le fort épaississement des cellules allongées qui accompagnent les vaisseaux irradiants, tandis que les cellules allongées des faisceaux plus internes sont moins ou pas du tout épaissies (*Ann. Sc. nat.*, 5e série, 1869, t. X, p. 190, *explication* de la *fig.* 28). La théorie de M. Cave étant étayée de quelques observations bien faites, j'ai cru devoir la rappeler ici, pour faire la part de la vérité en ce qui concerne l'*Æsculus*. Il est vrai, par exemple, que les cellules allongées des faisceaux irradiants sont beaucoup plus épaisses que celles des faisceaux les plus internes, mais cet épaississement différent n'indique pas l'âge relatif des faisceaux.

» Voici, en réalité, l'ordre d'apparition des faisceaux dans l'ovaire et dans le jeune fruit des Hippocastanées nommées dans ce travail. On remarque déjà, dans l'ovaire d'une fleur épanouie, que les faisceaux s'épaississent fortement à l'extérieur de leur groupe vasculaire. Il semble d'abord que le jeune système libérien y soit très-développé; mais on s'aperçoit plus tard que ce nouveau tissu translucide produit des faisceaux de directions variées, auxquels sont interposées des cellules parenchymateuses. C'est en grande partie de ces faisceaux secondaires plus ou moins sinueux, obliques ou horizontaux, étendus parallèlement au plan du réseau primordial, que naissent les faisceaux irradiant vers la périphérie; toutefois, quantité de ces derniers émanent directement aussi des faisceaux primaires, aux places où ceux-ci ne sont pas opposés à des faisceaux secondaires. C'est là

ce que démontrent des coupes transversales, sur lesquelles on voit de ces faisceaux ramifiés étendant leurs branches vers la surface de l'ovaire ou mieux du péricarpe. Je dis aussi de l'ovaire, parce que l'on en trouve déjà d'ébauchés, vers l'époque de la fécondation, dans les parois des pistils surmontés d'un style (1); mais à cet âge ils ne sont pas ordinairement pourvus de vaisseaux; ils forment seulement des lignes translucides, composées de petites cellules oblongues. Au contraire, les faisceaux plus internes, sur lesquels ils s'insèrent, ont des vaisseaux très-développés et déjà sombres.

» Étudie-t-on sur des coupes longitudinales radiales ces faisceaux irradiants, on trouve qu'ils ont fréquemment leur base plus ou moins ascendante, c'est-à-dire que là ils décrivent une courbe prononcée, qui a le plus souvent sa concavité tournée par en bas (*Æsculus Hippocastanum, Pavia discolor*). On s'aperçoit aussi, surtout vers la partie inférieure du jeune péricarpe (*Pavia discolor*), que plusieurs émanent d'un faisceau ascendant, qui émet successivement, en montant, plusieurs ramuscules se divisant eux-mêmes en avançant vers la surface. Ils s'arrêtent communément à une petite distance de celle-ci, souvent à environ quatre cellules de la périphérie. Quelques-uns pénètrent dans les appendices piliformes et capités, qui deviennent les piquants du fruit des *Æsculus* (2). Il n'est pas rare de voir le même appendice piliforme recevoir deux ou trois de ces faisceaux. Il est également à noter que, de tous les faisceaux irradiants, ceux qui entrent dans cette sorte de poils composés montrent les premiers des vaisseaux. Tous les rameaux de ces faisceaux irradiants ont leur extrémité libre. Ils ne sont jamais vus anastomosés entre eux par cette extrémité voisine de la périphérie.

» Je ne ferai que rappeler que les cellules allongées qui accompagnent ces faisceaux secondaires ou irradiants épaississent considérablement leurs parois, qui sont munies de pores (fendus quelquefois en étoile à trois branches chez l'*Æsc. rubicunda*, par exemple), tandis que les cellules al-

---

(1) Cette expression *pistil surmonté d'un style* est ici employée par opposition à ce qui existe dans les fleurs stériles, où il y a un pistil dépourvu de style.

(2) Avec cette sorte de poils composés ou appendices piliformes, il existe encore sur l'ovaire des *Æsculus* des poils simples formés d'une cellule allongée ou de quelques cellules cylindriques superposées et garnies de petites aspérités. J'ajouterai que, sur le calice du *Pavia neglecta*, il y a des poils composés capités analogues, mais sans vaisseaux, et aussi des poils simples entremêlés, tandis que sur l'ovaire de la même plante, je ne vois que des poils simples.

longées des faisceaux primaires conservent des parois minces (*Æsc. Hippocastanum*, etc.).

» Sans vouloir décrire avec détail le tissu cellulaire qui enveloppe le système vasculaire, je dirai que le parenchyme externe, qui est obscurci par de grands méats ou petites lacunes irrégulières, pleines de gaz, et qui entoure les faisceaux irradiants, vu sur des coupes perpendiculaires à ces derniers, et parallèles, par conséquent, à la surface du fruit, est composé de cellules rayonnant autour de chacun de ces faisceaux et un peu plus longues dans le sens des rayons qu'elles forment que dans les autres directions (*Pavia macrostachya*, etc.). Le parenchyme externe subit une modification aux lignes de déhiscence, où, dès l'époque ovarienne, sa translucidité suivant cette ligne attire l'attention. C'est que là les cellules sont plus rapprochées et rangées en séries radiales; elles deviennent un peu plus longues dans ce sens que dans l'autre sens transversal. Cette ligne de déhiscence est marquée aussi à la face interne du système vasculaire, à travers le tissu qui environne immédiatement les loges.

» Le tissu de l'endocarpe est, dans l'ovaire, formé d'utricules qui se multiplient en séries parallèles au rayon. Peu à peu des écarts se manifestent entre elles; les méats pleins de gaz grandissent, se joignent et donnent lieu à des lacunes confluentes. Le tissu parenchymateux, d'abord serré, est ainsi graduellement transformé en un réseau très-délicat, qui s'étend aux cloisons et qui est constitué par des cellules plus ou moins allongées placées bout à bout. Ce singulier réseau, dont les utricules contiennent de l'amidon à grains composés, comme celles du parenchyme externe, est délimité, vers la surface des loges, par quelques rangées de cellules de plus en plus rapprochées, que revêt un épiderme interne.

» Telle est, en résumé, la constitution du pistil et du fruit des *Æsculus* et des *Pavia*. Il est évident que les trois gros faisceaux qui sont dans la prolongation de l'axe, et qui vont former les placentas, ayant leurs vaisseaux tournés vers le centre de l'ovaire, ne peuvent être regardés comme le résultat de la fusion de deux faisceaux *marginaux* de deux prétendues feuilles qui n'ont jamais existé; car, dès l'époque ovarienne, le système fibrovasculaire, qui n'est, dans les parois, qu'à l'état d'ébauche, n'accuse nullement la structure de la feuille des Hippocastanées, ou d'une partie quelconque de cette feuille; il dénote, au contraire, dès ce jeune âge, la constitution du fruit de ces plantes. D'un autre côté, les rameaux des faisceaux placentaires se divisant en sens inverse de ce qui aurait lieu dans une feuille, et, de plus, concourant à la formation du réseau fibrovasculaire de la paroi externe,

dans laquelle leurs ramuscules sinueux s'atténuent en s'approchant de la ligne médiane, mettent hors de doute que la théorie de la transformation des feuilles en carpelles n'est pas fondée, en ce qui concerne les *Æsculus* et les *Pavia*. L'organisation du pistil de ces plantes suscite bien d'autres réflexions; mais, craignant de dépasser les limites réglementaires, je les exposerai dans une autre Communication, en décrivant le pistil d'autres végétaux. »

THERMODYNAMIQUE. — *Idées générales sur l'interprétation mécanique des propriétés physiques et chimiques des corps;* par M. A. Ledieu.

§ I. — Objet de cette Note.

« Le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur entraîne comme conséquence immédiate que les atomes des corps sont sans cesse en vibration; car cette équivalence revient, en définitive, à la transformation d'un travail *dynamométrique* en *force vive vibratoire*, ou *vice versa*.

» On peut avoir une idée de la rapidité des vibrations atomiques, à l'aide de la formule

$$T = \frac{mB^2}{2kEi} = \frac{B^2}{2kEg},$$

que nous avons donnée page 34 des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier.

» En supposant que cette rapidité soit uniforme, sa valeur B serait, à la température de la glace fondante, de 2337 mètres et de 161 mètres à la seconde pour l'hydrogène et le bismuth, qui occupent les deux extrémités de l'échelle dans le tableau des poids atomiques des corps simples, et, par suite aussi, eu égard à la loi rectifiée de Dulong et Petit, dans le tableau des chaleurs spécifiques *absolues k* de ces corps, en sens inverse toutefois.

» Quant à la grandeur même des atomes, et *a fortiori* quant à l'étendue de leurs vibrations, on peut seulement affirmer, d'après des considérations microscopiques, qu'elles doivent être notablement inférieures à $\frac{1}{10000}$ de millimètre.

» Il y a lieu de s'étonner que l'idée de l'état vibratoire (1) des corps

(1) Nous noterons avec soin, en passant, que les vibrations *atomiques* d'où résultent les phénomènes *calorifiques*, ne doivent pas être confondues avec les vibrations qui produisent le *son*. Ces dernières sont des vibrations *d'ensemble*, dans le cours desquelles les trajectoires des vibrations de la première espèce sont entraînées, et qu'on peut, pour fixer les idées, considérer comme des oscillations des positions moyennes occupées par les atomes dans leurs vibrations calorifiques.

ne se soit pas depuis longtemps présentée à l'esprit des physiciens, ou du moins n'ait pas été unanimement adoptée depuis nombre d'années, surtout après que la Chimie a eu reconnu que tous les corps composés et un grand nombre de corps simples sont constitués avec des molécules renfermant au moins deux atomes.

» Qu'y aurait-il, en effet, de plus instable que des *molécules* formées d'atomes en *équilibre stationnaire*, c'est-à-dire immobiles les uns par rapport aux autres dans des positions déterminées? A cause même de cette immobilité, la plus petite force n'apporterait-elle pas un trouble notable dans les positions respectives des atomes, en entraînant la dislocation des molécules?

» Au contraire, *quelle stabilité de régime* ne doit pas présenter un ensemble de points matériels vibrants, nantis chacun d'une force vive considérable. Il n'y a manifestement que des actions de grande intensité qui puissent modifier suffisamment un pareil régime, pour amener une perturbation sensible dans les positions respectives des trajectoires de vibration.

» Au surplus, cette manière de voir se concilie seule avec l'idée de l'éther traversant tous les corps et vibrant jusqu'au sein même de leurs molécules, sans altérer leur constitution.

» Jusqu'ici la conséquence, au point de vue des vibrations atomiques, de l'équivalence mécanique de la chaleur n'a pas été fécondée. On l'a, pour ainsi dire, abandonnée à elle-même, sans songer à l'étendre par des hypothèses successives sur la nature des vibrations, et à en déduire dès lors, de proche en proche, les lois de la chaleur, et, plus particulièrement, les principes nouveaux qui constituent la Thermodynamique et effleurent la Thermochimie.

» Amené à étudier à fond les idées actuelles sur le calorique pour les adapter pratiquement au jeu des machines à vapeur, nous avons tout de suite constaté que, dans leurs modes de démonstration, les ouvrages de Thermodynamique publiés jusqu'à ce jour étaient plus faits pour complaire à l'intelligence d'un analyste que pour satisfaire l'esprit d'un géomètre.

» C'est ainsi que nous avons pensé à tirer parti de l'hypothèse des vibrations atomiques en la développant méthodiquement. Nous y avons été d'autant plus porté que, une fois ce point de départ admis, on ne saurait concevoir les vibrations soumises à aucune loi et, par suite, entièrement désordonnées. Une pareille conjecture ne permettrait de regarder les

corps que comme des amas d'atomes s'entre-choquant au hasard dans un inextricable chaos, incompatible avec toute stabilité physique et chimique.

» Nous nous proposons aujourd'hui de *mettre en relief* les hypothèses rationnelles sur les vibrations atomiques, que nous avons plus ou moins explicitement introduites dans nos démonstrations antérieures de Thermodynamique insérées aux *Comptes rendus*, et basées uniquement sur les principes connus de la Mécanique.

» Nous examinerons ensuite, parmi tous les éléments des vibrations, ceux que ces hypothèses laissent disponibles, et la possibilité d'interpréter mécaniquement, à l'aide de tous lesdits éléments, les propriétés physiques et chimiques des corps.

» Nos suppositions sont *suffisantes* pour démontrer mécaniquement plusieurs principes qui, jusqu'ici, n'étaient, en définitive, que des *postulatum*, malgré les démonstrations plus apparentes que réelles appliquées à quelques-uns d'entre eux. Elles fournissent, par ailleurs, une interprétation satisfaisante de plusieurs lois fondamentales de Physique et de Chimie.

» Mais nous sentons très-bien qu'elles sont sujettes à l'objection capitale que, leur *nécessité* n'étant pas prouvée, elles peuvent n'être que des conjectures de *transition*, comme tant d'autres relatives à la lumière, à l'électricité, etc., qui ont cédé leur place à de nouvelles suppositions plus en harmonie avec les progrès de la science.

» Toutefois, il y a, en faveur de nos hypothèses, la circonstance qu'elles cadrent avec le système des ondulations, sur lequel repose, sans conteste, la théorie actuelle de l'Acoustique et de l'Optique.

» Elles s'harmonisent, en outre, avec l'ordre des faits qui se révèlent à chaque pas dans le plan divin de la création : l'*extrême simplicité des causes* et l'*immense multiplicité des effets*.

§ II. — HYPOTHÈSES RATIONNELLES QUI DÉCOULENT, POUR PLUSIEURS DES ÉLÉMENTS DES VIBRATIONS ATOMIQUES D'UN CORPS, DE NOTRE CONVENTION CARACTÉRISTIQUE DE SA TEMPÉRATURE ABSOLUE.

« En appelant

Φ l'énergie potentielle d'un corps,

a, $a_1, \ldots$, les vitesses vibratoires, à un moment donné, des atomes regardés comme des points matériels,

m, $m_1, \ldots.$, leurs masses,

nous avons établi dans nos Communications antérieures les points suivants :

I. La quantité $\Phi + \frac{\Sigma ma^2}{2}$ spécifie l'état calorifique de tout corps à un moment donné, et mesure son énergie calorifique totale, en notant d'ailleurs que la rotation possible des atomes sur eux-mêmes peut être négligée;

» II. Cette quantité demeure constante quand le corps est complétement isolé et abandonné à lui-même, ou plus généralement quand la somme des travaux élémentaires *extérieurs*, tant *dynamométriques* que *vibratoires* (1) y appliqués, s'annule sans cesse, et que, par ailleurs, le système a son mouvement d'*ensemble* nul ou uniforme.

» III. En vertu de considérations relatives à l'équilibre vibratoire de tout système de points matériels, il est rationnel de supposer que la quantité $\frac{\Sigma ma^2}{2}$ demeure constante dans les mêmes conditions que l'énergie calorifique totale du corps, et *caractérise la température* de celui-ci au moment donné.

» Cela posé, on est conduit à se demander quelle est la manière la plus naturelle de concevoir à un point de vue cinématique la constance de $\frac{\Sigma ma^2}{2}$, en considérant du reste des corps *sans molécules* ou *à molécules*.

» Avec un peu de réflexion, on voit tout de suite qu'à moins d'imaginer les combinaisons les plus complexes et les plus bizarres, il n'y a de plausibles et d'acceptables que les suppositions suivantes :

» *Pour les corps* SANS MOLÉCULES, c'est-à-dire dont tous les atomes jouent le même rôle et sont en outre de même masse et de même *essence*, *l'essence* étant spécifiée mécaniquement par la fonction $\varphi(\rho)$ qui représente l'action moléculaire, par unité de masse, d'un atome du corps sur un atome type situé à une distance ρ du premier :

---

(1) Nous avons adopté définitivement l'expression de force *vibratoire*, au lieu de force *erratique* ou *calorifique*, pour celle des deux composantes habituelles de toute action moléculaire totale extérieure agissant sur un atome, qui jouit de la propriété que ses travaux relatifs à tout mouvement d'ensemble ou de changement de disposition intérieure sont toujours moyennement *nuls*, le travail relatif au mouvement vibratoire possédant seul une valeur déterminée. (*Voir* le renvoi, page 32 des *Comptes rendus* du 5 janvier 1874). Nous appellerons alors le travail de cette sorte de force *travail vibratoire extérieur*, au lieu de *travail calorifique*.

Notre nouvelle dénomination offre l'avantage de ne pas donner à croire que le rôle de la composante en question est exclusivement calorifique, d'autant que ce rôle s'étend à d'autres phénomènes physiques ou chimiques des corps.

» 1° Les durées des vibrations doivent être les mêmes pour tous les atomes.

» 2° Si ma^2, ma'^2,..., sont les forces vives d'un même atome aux diverses *phases* de sa vibration comptées d'un point de la trajectoire où la force vive a une valeur déterminée, ces forces vives doivent toujours se représenter dans le même ordre et avec les mêmes valeurs à toutes les vibrations de l'atome, tant que le corps ne change ni de température ni de disposition intérieure.

» 3° Les forces vives ma_1^2, $ma_1'^2$,..., d'un second atome doivent être telles qu'à de mêmes phases des vibrations respectives des deux atomes, $a_1 = a$; $a'_1 = a'$;....

» 4° Les trajectoires de vibration doivent occuper les unes par rapport aux autres des positions déterminées.

» *Pour les corps* A MOLÉCULES, c'est-à-dire formés de groupes identiques d'atomes, et qui comprennent, répétons-le, tous les corps composés et un grand nombre de corps simples, — que tous ces corps soient solides, liquides ou gazeux, il suffit d'admettre les points que voici :

» 1° Les hypothèses précédentes sont applicables aux atomes de *même espèce*, c'est-à-dire à la fois de même *essence* et de même *masse*, et jouant en outre le même rôle dans les molécules du composé.

» 2° Les vibrations de diverses sortes ont leurs durées commensurables entre elles, et le plus petit multiple commun de ces durées forme la durée de la *vibration complexe commune* des différentes espèces d'atomes. Cette dernière supposition permet, du reste, de ramener les choses au cas d'un corps *sans molécules*.

» 3° Les trajectoires de vibration de chaque molécule ont entre elles des positions réglées, ne se déplaçant pas les unes par rapport aux autres tant qu'il n'y a pas de changement de disposition intérieure du corps.

» 4° De leur côté, les molécules sont aussi placées et orientées entre elles d'une façon déterminée, pouvant d'ailleurs être très-irrégulière.

» Les hypothèses qui précèdent, relatives à plusieurs des éléments des vibrations pour une température convenue, doivent être considérées comme caractéristiques de tout état thermométrique donné d'un corps.

» *Ce sont les seules qui entrent, en définitive, dans nos démonstrations.*

» Elles laissent encore disponibles un certain nombre desdits éléments. Les éléments disponibles, tout en pouvant être affectés indirectement par le seul fait du changement de température, servent à différencier entre eux les groupements et les proportions des vibrations au sein de chaque molé-

cule. C'est de ces circonstances que dépendent, entre autres, les divers états chimiques d'un même corps, en considérant comme *une* les substances *allotropiques* ou *isomériques*, c'est-à-dire les substances simples ou composées, comprenant les mêmes éléments unis dans les mêmes proportions, mais présentant des propriétés différentes, abstraction faite, d'ailleurs, des polymères.

» Ainsi que nous le verrons au § IV, les circonstances en question ont aussi de l'influence sur le changement de volume et d'état physique des corps; toutefois, pour le volume, cela provient surtout de la variation de température qui accompagne d'habitude son changement, lequel semble relever plus particulièrement des situations respectives des molécules.

» D'ailleurs, une partie des éléments disponibles doit certainement avoir une influence plus ou moins absolue sur les propriétés chimiques, lumineuses, électriques et magnétiques du corps. Nous examinerons aussi ces différents points au § IV.

» Avant d'aller plus loin, nous rappellerons que, de même que $\frac{\Sigma m a^2}{2}$ *caractérise la température absolue d'un corps*, quelle que soit sa disposition intérieure, de même *l'énergie potentielle* Φ *spécifie son état physique et chimique sous un volume donné*, quelle que soit la température, ainsi que nous l'avons démontré dans les *Comptes rendus* du 11 août 1873.

§ III. — Éléments des vibrations atomiques que les hypothèses caractéristiques de l'état thermométrique d'un corps laissent disponibles.

« Les éléments des vibrations que laissent disponibles les hypothèses que nous venons de donner comme *caractéristiques* de l'état thermométrique de tout corps sont les suivants :

» 1° L'étendue et la forme de chaque trajectoire de vibration pour les atomes de *même espèce*, c'est-à-dire à la fois de *même masse* et de *même essence*, et jouant en outre le *même rôle* dans les molécules du corps;

» 2° L'identité des trajectoires des divers atomes de même espèce, voire même d'espèces différentes, identité qui, jointe aux hypothèses du § II relatives au mode de parcours des vibrations, entraîne l'identité mécanique complète de toutes ces molécules;

» 3° La loi de la variation des forces vives que chaque atome doit posséder, à des phases voulues de sa vibration, pour tout équilibre de température donné, autrement dit, pour toute force vive vibratoire *moyenne* déterminée;

» 4° Le sens du parcours des trajectoires de vibration, pour un observateur situé dans une position fixe en dehors du corps, sens pouvant être le même pour tous les atomes ou varier de l'un à l'autre suivant une loi quelconque ou au hasard;

» 5° La rotation possible des atomes sur eux-mêmes, autour d'un axe passant par leur centre de gravité;

» 6° La loi suivant laquelle les trajectoires sont groupées et orientées les unes par rapport aux autres dans chaque molécule;

» 7° La loi suivant laquelle les molécules elles-mêmes sont groupées et orientées entre elles.

» Les divers éléments que nous venons d'examiner étant indépendants de l'état thermométrique du corps considéré doivent servir à le différencier par rapport à lui-même sous divers rapports, et à lui donner les propriétés particulières qui le font distinguer d'avec les autres substances. Cette manière de voir est en complète harmonie avec l'opinion des chimistes les plus éminents de notre époque, notamment de M. Wurtz.

» Ce savant Académicien revient, en effet, à plusieurs reprises, dans sa belle étude de la densité de vapeur du perchlorure de phosphore, sur l'influence que les modes de mouvement des atomes exercent, selon toute probabilité, dans les phénomènes de combinaison et *a fortiori* dans la manière d'être des corps. »

M. **Alph. de Candolle** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire intitulé: « Constitution dans le règne végétal de groupes physiologiques applicables à la Géographie botanique ancienne et moderne ». (Extrait des *Archives de la Bibliothèque universelle de Genève*.)

M. **Leymerie** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire sur les terrains supérieurs de la montagne Noire, et sur l'ensemble des dépôts supra-nummulitiques du bassin de Carcassonne. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*.)

M. **J.-R. de Mayer** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la seconde Partie de sa « Mécanique de la chaleur ».

M. **R. Clausius** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire d'un Mémoire sur les différentes formes du viriel. (Extrait des *Annales de Physique et de Chimie de Poggendorff*.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la permanence d'intensité de la radiation calorifique du Soleil.* Mémoire de M. A. DUPONCHEL. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Faye, Fizeau, Edm. Becquerel.)

« Dans un précédent Mémoire, basé sur des observations positives, j'ai tenté d'établir que le travail de Pouillet sur la chaleur solaire contenait deux erreurs : une de fait, quant à la détermination de l'intensité du flux calorifique portée à un chiffre onze fois trop faible ; une d'appréciation, dans l'attribution faite arbitrairement à la matière du Soleil d'une chaleur spécifique de 133, mille fois plus forte que celle de notre globe terrestre, dont les dernières observations spectroscopiques démontrent pourtant l'analogie de composition avec le Soleil ; ce qui, toutes corrections faites, m'avait amené à conclure que, dans l'hypothèse d'un rayonnement qui ne serait compensé par aucune restitution extérieure, la température du Soleil devrait s'abaisser en moyenne de 140 degrés par an.

» Dans une Note récente, M. Faye, répondant implicitement à ce Mémoire, fait observer, avec juste raison, que la déperdition de force vive calorifique ne doit pas nécessairement se traduire par un simple refroidissement du globe solaire ; qu'elle peut être, à ce point de vue spécial, compensée par la transformation en chaleur soit des autres actions mécaniques qui agissent sur cette masse à l'état moléculaire, soit du travail particulier de la pesanteur solaire, et que l'équilibre de température proprement dit pourrait être maintenu à la seule condition d'admettre dans le diamètre du Soleil une compression ou contraction annuelle de 28 mètres, chiffre qu'il faudrait pourtant porter à 300 mètres, si, comme je le crois, le coefficient que j'ai proposé de substituer à celui de Pouillet était réellement plus exact.

» En posant ainsi la question, M. Faye me paraît l'avoir déplacée plutôt que résolue. La force vive totale dont est animé le Soleil, résultant des mouvements internes de ses molécules, aussi bien que du mouvement général de translation du globe entier dans l'espace, est une quantité finie, qui ne peut rester constante qu'à la condition de recevoir de l'extérieur un surcroît de travail égal à celui qu'elle émet au dehors.

» Un réservoir rempli d'eau, qui n'est alimenté par aucun affluent, se vide à la longue, s'il éprouve une perte continue. Sous quelque forme que

se produise la déperdition, par évaporation, infiltration ou épanchement à l'air libre, le résultat sera le même. Il en est ou plutôt il en serait ainsi du Soleil. Il importe peu de savoir si la force vive, émise sous forme de chaleur, reste perdue à cet état ou à tout autre. Du moment où cette force vive n'est pas restituée du dehors, il y a déperdition. C'est tout ce que j'ai voulu établir et qui, en thèse générale, me paraît inadmissible.

» Je ne nie pas que, dans certaines limites, pour des périodes plus ou moins étendues, une déperdition partielle ne soit possible; mais, dans ce cas, que devient la force vive perdue par le Soleil et que rien ne saurait annihiler. Les planètes, dans leur ensemble, ne perçoivent pas $\frac{1}{200\,000\,000}$ de la chaleur solaire. Que devient le reste ou, pour mieux dire, que devient le tout, car les planètes elles-mêmes restituent finalement au dehors, sans l'absorber, le flux de chaleur qui les vivifie?

» L'espace, ou plutôt l'éther qui le remplit, transmet la chaleur comme tous les modes de mouvement, mais ne les absorbe pas. Les corps pondérables seuls peuvent produire cette absorption. Sont-ce les astres stellaires éloignés qui recevront finalement ce flux de chaleur? Mais dans ce cas il y aurait réciprocité!

» Or on ne peut admettre une diffusion complète du mouvement tendant à amener toutes les molécules de l'univers à un état final de mouvement vibratoire uniforme. De même qu'il y a des foyers de diffusion, il doit nécessairement y avoir des foyers de concentration et tout indique que ces foyers sont les mêmes, qu'il n'y a pas, en particulier, déperdition de force vive dans la radiation solaire, mais circulation, circuit fermé, ramenant au point de départ la force vive émise. Dans le plein absolu de l'éther, il ne peut exister un point d'ébranlement refoulant incessamment le fluide au devant de lui, sans qu'il en résulte à l'arrière un appel de ce même éther comblant à mesure le vide qui tend à se produire et ne saurait exister nulle part.

» Cette conclusion n'est pas seulement imposée par la logique, par la comparaison avec tous les phénomènes analogues de la Physique dans lesquels l'éther est en jeu : elle résulte nettement de cette vérité, facile à constater, que la quantité de force vive qui alimente le flux solaire est en réalité très-petite. J'en ai trouvé la preuve incontestable dans le fait que j'ai signalé, sous une forme sans doute trop sommaire pour avoir encore fixé l'attention, l'effet frigorifique que le passage de Jupiter au périhélie, coïncidant avec le retour périodique des taches solaires, exerce sur la température de la photosphère.

» Quand une planète quelconque passe au périhélie, elle acquiert un surcroît de force vive de translation qui ne saurait se créer de rien; qui doit être forcément compensé par une perte de force vive équivalente en d'autres points. Ce gain momentané de la force vive de translation ne peut provenir que de trois sources ou causes distinctes : la force vive interne ou puissance calorifique de la planète; la puissance calorifique analogue du Soleil; et enfin le mouvement de translation du Soleil et de l'ensemble des planètes dans l'espace. De ces trois sources, la dernière est sans doute la plus importante; car, seule, elle peut faire face à une si grande dépense de travail; mais les deux autres ne sont probablement pas sans effet.

» En d'autres termes, la planète, en passant au périhélie, agit en premier lieu comme un frein ralentissant le mouvement propre du Soleil; mais en même temps elle fait appel à sa propre chaleur, refroidissement limité à son atmosphère et à sa surface solide, qui doit avoir pour dernier effet de déterminer une absorption momentanée du flux calorifique émané du Soleil. Mais cette dernière absorption est nécessairement limitée à une fraction plus ou moins grande du flux perçu pendant la période d'absorption égale au quart de la révolution totale.

» Pour Jupiter en particulier, la quantité totale de chaleur ainsi dérivée est donc inférieure à ce que cette planète reçoit en deux ans et huit mois, quantité à peu près égale à ce que la surface du Soleil émet en $\frac{1}{6}$ de seconde. Une fraction plus ou moins grande de cette petite quantité, absorbée au périhélie, restituée à l'aphélie, produit donc un effet calorifique très-appréciable dans l'état calorifique de la photosphère, dont la puissance totale, le contenu du réservoir, rapportée à l'intensité du courant, ne peut dès lors se chiffrer ni par milliers de siècles, ni par années, mais par minutes et peut-être par secondes ou fractions de seconde.

» Cet effet frigorifique prépondérant pour Jupiter se produit pour toutes les planètes, et, dans le cas de notre globe terrestre en particulier, il peut seul expliquer l'infériorité bien constatée de température de l'hémisphère austral dont l'été coïncide précisément avec le solstice du périhélie. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Mémoire sur la détermination des véritables corps simples, par les actions des courants de la pile dans le voltamètre;* par M. É. MARTIN. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fremy, Edm. Becquerel, Robin, Berthelot.)

« Une étude sur le voltamètre, comprenant l'examen des corps qui concourent à son fonctionnement pour la décomposition de l'eau, me paraît

nécessaire en premier lieu, en raison des théories admises, qui me paraissent contestables sur plusieurs points essentiels.

» Il est admis par les physiciens que les deux courants de la pile qui sont portés par les fils dans le voltamètre suivent un circuit fermé dont le liquide interposé forme le complément; ils admettent aussi que ces courants décomposent l'eau au passage comme forces physiques, et que l'électricité positive transporte le gaz hydrogène au pôle négatif, tandis que l'électricité négative entraîne le gaz oxygène au pôle positif. Ils considèrent que tout ce qui favorise le passage du courant facilite la décomposition de l'eau, que la quantité de gaz dégagée, très-faible quand l'eau est pure, augmente avec la quantité d'acide ou de sel qu'on y dissout, ces additions ayant pour effet d'augmenter sa conductibilité.

» D'après mes recherches, la décomposition de l'eau n'aurait pas lieu dans les conditions énoncées par la théorie admise et je crois pouvoir démontrer : 1° que les deux électricités ne sont pas des forces, mais des corps impondérables doués d'affinités chimiques puissantes et différentes, et qu'elles n'agissent pas comme forces physiques, mais en opérant sur les éléments de l'eau une double action chimique qui les transforme en gaz; 2° qu'il y a erreur sur la constitution de l'eau, laquelle ne renferme pas, comme on le prétend, deux gaz condensés qu'il n'y aurait qu'à dissocier pour les reproduire, mais que les seuls corps simples H et O sont ses éléments; 3° que les deux gaz dont la combinaison produit de l'eau sont des corps composés formés par l'union chimique de l'oxygène corps simple à l'électricité positive et par l'union de l'hydrogène simple à l'électricité négative; la combinaison de ces gaz donnant deux corps binaires, l'eau et le calorique; 4° que les courants de la pile ne traversent pas les liquides acidulés du voltamètre et n'effectuent pas le transport d'éléments, mais que les deux électricités arrivent simplement sur les électrodes et là s'unissent aux éléments de l'eau en les transformant en gaz hydrogène au pôle négatif et en gaz oxygène au pôle positif.

» Les deux électricités jouant le rôle principal dans ces décompositions, je crois devoir établir la matérialité de ces deux corps simples et des corps impondérables composés qui naissent de leur union, et qui sont la lumière et le calorique. Notre raison nous dit que l'univers matériel n'est pas formé seulement de corps pesants, mais aussi des éléments impondérables qui se manifestent à nos sens par des sensations, par les transformations qu'ils opèrent et par les phénomènes météorologiques auxquels ils donnent lieu, et j'y ajoute une démonstration scientifique qui est celle-ci : tout

corps appréciable par des propriétés physiques en même temps que par des propriétés chimiques est matériel, qu'il soit ou non pondérable.

» Tous les grands naturalistes, physiciens et chimistes, reconnaissent que la matière a des qualités, que c'est par les impressions que ces qualités font sur nos sens que nous découvrons son existence, et qu'une matière sans qualité ne serait pas perçue. Il faut donc prendre pour des corps matériels les substances jouissant de propriétés physiques et chimiques.

» Or il est reconnu que la lumière a des propriétés physiques : elles sont décrites par tous les physiciens; ses propriétés chimiques sont également incontestables, elles sont même utilisées en photographie. Il est aussi constaté que le calorique obéit aux lois physiques qui régissent les fluides élastiques, et qu'il se combine en proportions définies aux corps pondérables quand il les transforme en liquides et en vapeurs.

» Les propriétés physiques des deux électricités sont manifestes, elles voyagent, elles percent et brisent des obstacles, et si l'on n'a pas reconnu leurs propriétés chimiques, c'est faute d'attention. En réalité, elles possèdent des affinités chimiques puissantes et différentes, qui se manifestent à distance en produisant les attractions dites électriques; au contact, elles se combinent chimiquement entre elles en formant du calorique et de la lumière, comme on le voit dans les étincelles des petites charges dont on favorise la rencontre, et surtout dans la réunion des deux courants d'une pile de cent éléments, sur les charbons de l'appareil à lumière électrique. Les deux électricités forment d'ailleurs des combinaisons chimiques avec les corps simples et ce sont les composés ainsi formés qui ont été pris depuis Lavoisier pour des corps simples. J'ai donc le droit de considérer les deux électricités comme des corps simples matériels, et les combinaisons que forment ces deux corps simples impondérables en se combinant entre eux, le calorique et la lumière, comme des corps composés matériels.

» Pour donner une idée du fonctionnement des deux électricités comme corps simples et pour démontrer que l'eau ne peut être formée par deux gaz condensés, nous allons analyser l'acte de combustion du gaz hydrogène par le gaz oxygène dans l'eudiomètre.

» En considérant les deux électricités comme des corps simples distincts, j'ai dû leur donner des noms; j'appelle l'électricité dite négative *électrile*, avec le symbole El–, l'électricité positive *éthérile*, avec Et pour symbole. Les deux gaz combinés ont alors pour formules : HEl– pour le gaz hydrogène, OEt pour le gaz oxygène. Deux volumes du premier et un volume

du second sont introduits dans l'eudiomètre à mercure et quand l'étincelle électrique a rompu la neutralité de ces corps la combustion est instantanée : une trace de feu est apparue et les gaz n'existent plus ; à leur place il existe de la vapeur d'eau qui se condense par la rentrée du mercure, et cette eau, recueillie avec soin, représente exactement le poids des deux gaz, c'est-à-dire qu'elle en contient les deux éléments H et O, réduits à quelques millièmes du volume des gaz qui lui ont donné naissance; tandis que l'union des corps impondérables El- Et a produit une somme de calorique définie considérable. Ce calorique, disent les physiciens, existait dans les gaz. C'est une erreur, l'électricité Et fait partie du gaz oxygène, El- du gaz hydrogène, et quand les gaz se combinent il se fait une double décomposition qu'on peut représenter par l'équation suivante : $HEl- + OEt = HO + Et\,El-$ de l'eau et du calorique. Les deux gaz ne contiennent pas de calorique, mais les éléments qui le produisent par leur union.

» J'ai donné dans un Mémoire précédent la théorie de la pile à gaz, dans laquelle les deux gaz HEl-, OEt donnent le composé HO, tandis que les deux éléments El- Et, mis en liberté, sont recueillis sur les conducteurs métalliques à l'état de courants.

» C'est aussi la théorie de la pile, avec zinc, Zn El et l'acide sulfurique ; ce sont toujours les corps pondérables qui s'unissent en abandonnant les deux corps simples impondérables qui sont recueillis sur les fils métalliques de l'instrument de Volta. Dans la combustion ordinaire, les deux corps El- Et n'étant pas recueillis s'unissent en formant du calorique.

» L'eau, HO, soumise à l'action des deux courants dans le voltamètre, ne produit les deux gaz HEl-, OEt qu'en raison de l'union qui se produit sur les électrodes de platine entre ces quatre éléments en raison de leurs affinités; on le démontre en prenant pour conducteur au pôle positif un fil de cuivre, car s'il arrivait sur ce fil du gaz oxygène il y aurait dégagement comme avec le platine, tandis qu'avec l'oxygène corps simple il y a transformation du fil en oxyde et nul gaz n'apparaît. On dit que cela tient à l'état naissant de l'oxygène; oui, mais l'état naissant c'est l'état simple.

» On peut dire que la nécessité d'ajouter à l'eau pure un acide ou un sel pour en augmenter la conductibilité prouve que les courants ont besoin de passer, mais j'ai une singulière objection à faire à ce moyen de conductibilité : c'est que l'addition d'un acide ou d'un sel favorise la décomposition de l'eau, mais en détruisant sa conductibilité au lieu de l'augmenter et en favorisant l'accumulation des deux électricités sur les électrodes où s'opère la formation des gaz. C'est là qu'il faut voir ces électricités, en raison

de leurs affinités puissantes, s'emparer chacune de l'un des éléments du composé binaire; l'oxygène s'unissant à l'électricité positive et l'hydrogène à l'électricité négative en produisant des gaz parfaits, composés mixtes comburants et combustibles.

» Si l'eau pure se décompose difficilement, c'est en raison même de sa conductibilité. Elle se charge aux deux pôles, frémit, se trouble, monte en mousse et produit vingt fois plus de calorique que dans l'opération avec l'eau acidulée; évidemment c'est à la rencontre des deux électricités portées par les molécules d'eau qu'est due cette production considérable de calorique. L'expérience prouve d'ailleurs que l'eau pure contenue dans un tube conduit très-bien l'électricité, et que l'acide sulfurique et les solutions salines ne la conduisent pas.

» Je conclus de ces faits qu'il suffit de soumettre les composés binaires solubles et les sels divers à l'action des deux courants de la pile dans le voltamètre pour en séparer les éléments à l'état de corps simples. Ceux qui vont se combiner à l'électricité positive, dont l'affinité est brusque, sont l'oxygène, l'azote, le fluor, le chlore, le brome et l'iode, auxquels il faut ajouter le corps simple impondérable électrile, pour constituer le *genre oxyque*, dont tous les corps possèdent les affinités des acides.

» Ceux qui se rendent au pôle négatif pour se combiner à l'électrile sont plus nombreux et constituent le *genre basique;* ils possèdent tous comme qualité l'affinité basique et comprennent les huit métalloïdes basiques simples : hydrogène, carbone, bore, soufre, sélénium, phosphore, arsenic, silicium et tous les métaux. La dualité chimique de Lavoisier s'affirme, par ce classement naturel des corps élémentaires, en deux genres, d'après leurs affinités naturelles invariables; les corps d'un genre ne se combinent pas distinctement entre eux; ils se combinent tous d'un genre à l'autre, en formant en premier lieu, avec l'électricité du genre différent, les composés mixtes comburants et combustibles, qui ont été pris jusqu'ici pour des corps simples. »

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi mécanique de la chaleur.* Mémoire de M. G. West. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai calculé dans un précédent travail quelle est, dans l'effet mécanique de la chaleur sur le gaz azote, la proportion utilement transmise par ce gaz sur l'atmosphère, et la proportion absorbée pour vaincre la

cohésion. J'ai calculé aussi quelle est, dans l'effet mécanique de la chaleur sur l'eau, prise à 10 degrés et vaporisée à 100 degrés, la proportion utilement transmise par l'eau sur l'atmosphère, et la proportion absorbée pour vaincre la cohésion.

» Voici, parallèlement pour les deux cas, les transmissions utiles d'effets mécaniques :

Pour l'azote....................	29,14 pour 100
Pour l'eau......................	6,60 pour 100

» Voici les pertes d'effets mécaniques dues à la cohésion :

Pour l'azote....................	70,86 pour 100
Pour l'eau......................	93,60 pour 100

» Le rendement théorique du combustible, dans une machine à air, est donc supérieur au rendement dans certaines machines à vapeur, dans le rapport de 4,41 à 1.

» De ces nombres, on peut conclure que le remplacement de la vapeur par l'air peut n'être que partiel et présenter néanmoins de notables avantages.

» De même le surchauffement de la vapeur confère aux machines à vapeur une partie de la supériorité de rendement des machines à air.

» La chaleur abandonnée dans les issues des machines à feu contient une énorme puissance, et la possibilité d'en utiliser une partie n'est pas improbable.

» Je fixe, à l'aide de déterminations précises, les points de départ et les limites obligées du perfectionnement des machines à feu, et je puise dans les laboratoires les enseignements que la science a pour mission de donner à l'industrie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les matières albuminoïdes.* Note de M. A. COMMAILLE.

(Commissaires : MM. Balard et Fremy.)

« M. Béchamp, dans une Note importante, vient d'appeler de nouveau l'attention sur les matières albuminoïdes.

» Le but de la présente Note est de rappeler que, seul ou en collaboration de Millon, j'ai constamment soutenu qu'on ne pouvait admettre, avec certains chimistes, que les albuminoïdes ne fussent que de la protéine, ou toute autre substance unique, associée à des bases ou à des sels.

» Ainsi, avec Millon, j'ai établi (ce qui avait été admis, du reste, par Berzélius, Quevenne, etc.) que le lait contenait deux caséines et une albumine, à laquelle j'ai donné le nom de *lactalbumine*, et aussi un autre principe que Millon et moi avons nommé *lactoprotéine* (1). Ne serait-ce pas la *galactozymase* de M. Béchamp? Pour moi, j'ai toujours pensé que la lactoprotéine jouait un rôle prépondérant dans la coagulation spontanée du lait.

» J'ai démontré que les substances albuminoïdes ne se combinent pas toutes avec le même poids de platine (voir *Moniteur scientifique*, 1866, p. 897), ce qui, tout aussi bien que le pouvoir rotatoire, peut en faire des espèces distinctes. Les combinaisons platiniques tendent à démontrer que les albumines d'origine animale prennent généralement plus de métal que celles extraites des végétaux.

» Au point de vue physiologique, il est important de savoir que l'albumine du lait et celle du liquide de l'ascite ne sont autres que l'albumine du sérum du sang (Pt = 8,50 pour 100), n'ayant subi aucune modification; identité déjà admise par M. Hoppe-Seyler, et que dans le sang même la fibrine n'est que l'albumine dissoute dans le sérum, ayant pris une autre figure, tandis que l'albumine des globules rouges s'en éloigne pour se confondre avec celle en dissolution dans le suc qui baigne la substance cérébrale et les muscles, suc qui fournit encore l'albumine des urines pathologiques (Pt = de 10,50 à 11 pour 100). La vitelline ressemble au blanc d'œuf durci (Pt = 8 pour 100); tandis que la caséine du lait doit être rapprochée de certains principes abondamment répandus dans le règne végétal, et qu'on a depuis longtemps désignés sous le nom de caséines végétales (Pt = 6,50 pour 100), d'amandine, de fibrine du gluten, etc., etc.

» Je rappellerai ici que Millon et moi considérons les matières albuminoïdes comme des corps quaternaires, qu'on peut représenter comme étant des amides de leucine (acide capronamique) et de tyrosine, qui est, selon moi, l'amide de l'acide acétobenzoïque de Gerhardt $C^{18}H^{11}O^{6}Az$, homologue de l'acide anisamique ($C^{16}H^{9}O^{6}Az$), lequel acide acétobenzoïque, étant l'anhydride des acides acétique et benzoïque, ne perd pas d'eau pour se combiner à AzH^{3}, et constituer l'amide tyrosine. »

(1) M. Gautier (*Dictionnaire de Chimie*) conteste l'existence de la lactoprotéine, et cela parce qu'il a trouvé quelque chose d'analogue dans l'œuf, peut-être la zymase de M. Béchamp. La raison est singulière.

M. Antony Guyard adresse une Note sur la théorie de la formation du nitre au Pérou.

« En résumé, il y a eu des époques sulfurique, chlorhydrique, borique, azotique et iodique. Parfois il ne se formait que certains sulfates, certains chlorures, certains azotates ; d'autres fois il se formait plusieurs sulfates, plusieurs chlorures, plusieurs azotates; d'autres fois encore il se formait des mélanges de sels à acides différents.

» A certaines époques, enfin, les produits solubles réagissaient sur les produits solubles d'époques antérieures. »

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Berthelot.)

M. Garreau adresse un Mémoire intitulé : « De l'influence de la chaleur et de la lumière sur la rotation de l'oxygène et de l'acide carbonique chez les plantes et les animaux inférieurs ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Pagliari adresse une Note sur un combustible formé de pétrole, de charbon de terre et de colophane. Cette Note est accompagnée de plusieurs échantillons de ce combustible et de différents pétroles ayant servi à le préparer.

(Commissaires : MM. Fremy et Cahours.)

M. Gilbert propose à l'Académie le sulfiode comme remède contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Trémaux adresse une Note sur les transmissions de force vive, application aux vibrations sonores.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Jamin.

M. Granjon adresse une Note sur un nouveau système de locomotion aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

L'Institut impérial des Mines de Saint-Pétersbourg fait hommage à l'Académie d'un ouvrage intitulé : « Description de la célébration du jubilé séculaire de l'Institut impérial des Mines », et la remercie vivement de toutes les marques de sympathie dont elle l'a honoré à l'époque, si mémorable pour tous les ingénieurs des Mines de Russie, du 2 novembre 1873.

BALISTIQUE. — *Études sur les propriétés des corps explosibles;* par M. F.-A. Abel. Suite du troisième Mémoire (1). (Extrait.)

« La transmission par un tube de la détonation du coton-poudre sec à un disque de ce même corps mouillé semble se produire avec la même facilité que si la masse qu'on veut faire détoner était sèche : il en est de même à l'égard de la propagation de la détonation d'une masse de coton-poudre humide à d'autres masses de la même substance, librement exposées à l'air, mais qui se touchent, pourvu que celle qui détone la première ne contienne pas moins d'eau que les autres masses auxquelles elle doit transmettre la détonation; mais il n'en est pas ainsi lorsque même de petits intervalles séparent les masses, et, à cet égard, le coton-poudre humide se comporte bien différemment de celui qui a été séché à l'air.

» Les préparations faites avec le coton-poudre et un nitrate ou un chlorate sont aussi susceptibles de détoner à l'état humide que le coton-poudre comprimé ordinaire, et dans les mêmes conditions. Quant aux effets mécaniques obtenus par la détonation de ces substances humides ou mouillées, de nombreuses expériences comparatives sur une petite ou sur une grande échelle ont démontré qu'ils ne sont point amoindris, lorsqu'on les emploie à l'état mouillé. Il paraît donc que la perte d'expansion des gaz engendrés, résultant de la dépense de chaleur absorbée par la vaporisation de l'eau, serait compensée par le volume additionnel de vapeur d'eau qui en résulte. Cependant une plus grande vivacité d'action, lorsqu'on fait détoner le coton-poudre ou des préparations de cette substance à l'état mouillé, a décidément démontré ceci, qui s'accorde parfaitement avec les observations faites au début de ces recherches, que moins une masse de matière explosible donnée est susceptible de compression, lorsqu'on la soumet à l'action

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 105, et t. LXXVIII, p. 1227 et 1301.

d'une détonation initiale suffisante, plus la détonation se transmet facilement, et plus est soudaine la transformation du solide en gaz et en vapeur. Lorsque l'eau remplace l'air dans les masses comprimées, la transmission de la détonation est évidemment favorisée par le surcroît de résistance au mouvement qu'opposent les particules à l'instant où elles sont exposées à la force de détonation.

» En congelant le coton-poudre comprimé et *mouillé*, on le rend aussi susceptible de détoner que les mélanges de coton-poudre avec des sels solubles cristallisés, auxquels il devient tout à fait semblable par la solidification de l'eau.

» Le fulminate de mercure et des mélanges de cette substance avec du chlorate de potassium détonent facilement par l'explosion de petites charges de fulminate en vase clos, lorsqu'on mêle à ces substances la quantité d'eau nécessaire pour les convertir en masses pâteuses; ainsi 194 grammes de fulminate sec ont infailliblement déterminé l'explosion de la substance pâteuse à une distance de 38 millimètres. Le coton-poudre bien pulvérisé et converti en pâte avec de l'eau ne s'est pas montré susceptible de détoner, même dans des circonstances bien plus favorables que celles dont on vient de parler; car le mélange était placé dans des cylindres de feuilles de zinc ou d'étain ouverts à l'une des extrémités, et au milieu desquels on provoquait l'explosion d'un disque de coton-poudre sec au moyen de l'agent détonant ordinaire.

» Mais si l'on charge des vases de fer forgé avec du coton-poudre comprimé et mouillé, de telle sorte que la charge initiale de coton-poudre en soit immédiatement enveloppée, et que l'on remplisse d'eau les petits espaces qui séparent les masses; la charge étant alors submergée, l'explosion se produit avec certitude et donne des résultats plus grands que ceux qui seraient produits par cette substance à l'état sec, dans les mêmes conditions. Pourvu que la dispersion de la force, par la transmission dans l'eau, soit retardée à l'instant de la première détonation, ou par la matière dont est formée l'enveloppe, ou par la pression d'une colonne d'eau considérable, la détonation du coton-poudre comprimé et mouillé, immergé dans l'eau, les masses étant séparées de la charge initiale et des masses contiguës par des couches minces de ce liquide mêlé de coton-poudre, s'accomplit toujours avec certitude. On a obtenu des résultats tout à fait égaux à ceux produits par les charges renfermées dans de forts vases de fer forgé, en n'employant que des enveloppes de feuilles d'étain ou des sacs, ou même de simples filets de pêche qui servent uniquement à retenir compactes les

masses qui composent la charge. Toutefois, si l'on néglige cette dernière condition ou que la profondeur de l'immersion de la charge soit insuffisante, la détonation ne se produit pas, même lorsqu'on emploie pour la réaliser une charge détonante relativement puissante.

» La manière soudaine et complète avec laquelle la détonation se transmet à travers de petits espaces d'eau, dans les expériences faites avec des enveloppes de fer forgé, a amené l'auteur à essayer d'appliquer l'eau comme véhicule pour de petites charges détonantes, destinées à briser ou à faire éclater des obus de fer forgé en fragments nombreux et relativement uniformes. On fait ainsi remplir à l'obus, ou projectile creux de la construction la plus simple, les fonctions des obus Shrapnel, ou à segments, dont la construction est relativement plus compliquée. Les résultats obtenus ont fourni de remarquables exemples de la transmission de la force par l'eau, et peuvent devenir d'une importance pratique considérable. Les effets destructifs produits par de petites charges détonantes, lorsqu'on en détermine l'explosion dans des obus remplis d'eau, et parfaitement clos, sont proportionnés non-seulement à la quantité de matière explosible employée, mais aussi à la soudaineté du choc communiqué à l'eau par l'explosion. Ainsi la détonation, dans un obus rempli d'eau, de 7 grammes de coton-poudre comprimé, fait éclater l'obus en un nombre de fragments près de huit fois plus grand que celui des fragments obtenus par l'explosion, dans un obus pareil, de toute la charge de poudre ordinaire qu'il était capable de contenir, c'est-à-dire $368^{gr},5$. Lorsque dans un de ces obus, au lieu de la petite charge de coton-poudre comprimé, on faisait détoner de la même manière une charge quatre fois plus forte ($28^{gr},3$) de *poudre picrique* mélangée de salpêtre et de picrate d'ammoniaque, qui est aussi un agent explosible très-violent, mais d'une action moins soudaine, l'obus éclatait en un nombre de fragments à peu près égal à celui produit par les $368^{gr},5$ de poudre ordinaire au lieu de huit fois ce nombre, comme dans le cas de 7 grammes de coton-poudre. Les expériences avec des obus ont donné lieu à plusieurs autres observations d'un grand intérêt; elles ont conduit, en outre, à quelques autres expériences analogues qui ont donné d'importants résultats.

» En développant la détonation dans un vase parfaitement clos, et qu'on a complétement rempli d'eau, après y avoir introduit la matière explosible; on peut regarder la résistance offerte par l'eau, à l'instant de l'explosion, comme semblable à celle que présentait une masse tout à fait

solide. De même, si, au lieu d'eau seulement, on remplissait complétement le vase, à fortes parois, d'un mélange d'eau et d'une substance solide, par exemple d'une poudre bien fine ou d'un corps fibreux divisé en parties bien fines, un tel mélange, à l'instant de la détonation, devrait se comporter comme un solide très-compacte, dans la résistance qu'il opposerait, à l'instant de l'explosion, à la charge détonante qu'il renferme. S'il en est ainsi, un mélange d'eau et de fibres de coton-poudre divisé en parties aussi fines que possible, renfermé dans un obus, devra détoner facilement, parce qu'à l'instant de l'explosion de la charge initiale les particules du coton-poudre offriront une grande résistance au mouvement mécanique. L'expérience a complétement vérifié l'exactitude de ce raisonnement, et elle a démontré que, tandis que, dans toute autre condition, il est indispensable d'employer le coton-poudre dans un état fortement comprimé pour en assurer la détonation, on peut, en le renfermant dans des vases à fortes parois, tels que les obus, l'employer d'une manière tout aussi efficace à l'état de division en parties bien fines, pourvu que les espaces entre les particules soient complétement remplis d'eau, la petite charge qui détone étant immergée dans le mélange aqueux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la coniférine. Formation artificielle du principe aromatique de la vanille.* Note de MM. F. TIEMANN et W. HAARMANN.

« Le cambium des conifères contient un glucoside magnifiquement cristallisé, la coniférine, découvert par M. Hartig, et étudié plus récemment par M. Kubel, qui le représente par la formule

$$C^{24}H^{32}O^{12} + 3Aq.$$

» L'examen approfondi de cette substance nous a conduits à représenter la molécule de la coniférine par l'expression

$$C^{16}H^{22}O^{8} + 2Aq,$$

dont les valeurs coïncident sensiblement avec les chiffres exigés par la formule de M. Kubel. Soumise à l'action d'un ferment, de l'émulsine, par exemple, la coniférine se scinde en glucose et un composé cristallisant en beaux prismes, qui fondent à 73 degrés. Cette dernière matière est facilement soluble dans l'éther, moins soluble dans l'alcool, presque insoluble dans l'eau. Elle renferme

$$C^{10}H^{12}O^{3}.$$

La réaction est représentée par l'équation suivante :

$$C^{16}H^{22}O^{8} + H^{2}O = C^{6}H^{12}O^{6} + C^{10}H^{12}O^{3}.$$

Sous l'influence des agents oxydants, le produit de la fermentation subit une métamorphose remarquable. En le chauffant avec un mélange de bichromate potassique et d'acide sulfurique, il dégage d'abord de l'aldéhyde éthylique, puis une substance acide soluble dans l'eau, qui peut être enlevée en agitant avec de l'éther; par l'évaporation de l'éther on obtient des cristaux groupés en étoiles, qui fondent à 81 degrés. Ces cristaux ont la saveur et l'odeur de la *vanille*. L'examen comparatif, en effet, a démontré qu'ils sont identiques avec le principe aromatique de la vanille, qu'on observe fréquemment sur les gousses de la vanille en aiguilles délicates. Selon notre analyse, la matière obtenue par l'oxydation renferme

$$C^{8}H^{8}O^{3}.$$

» C'est exactement la composition que les recherches récentes de M. Carles attribuent à la matière aromatique extraite de la vanille.

» La transformation du produit de fermentation en vanilline est représentée par l'équation suivante :

$$C^{10}H^{12}O^{3} + O = C^{2}H^{4}O + C^{8}H^{8}O^{3}.$$

» Pour dissiper les derniers doutes sur l'identité parfaite de la vanilline artificielle avec le produit naturel, nous avons préparé, à l'aide de la première, une série de sels de la formule générale

$$C^{8}H^{7}MO^{3},$$

ainsi que deux produits de substitution

$$C^{8}H^{7}BrO^{3}$$

et

$$C^{8}H^{7}IO^{3}$$

que M. Carles a aussi étudiés en partant de la matière naturelle.

» Pour dévoiler la nature de la vanilline, nous l'avons fondue avec la soude caustique. Le produit de cette action est un acide bien connu dont nous devons la découverte à M. Strecker : c'est l'acide protocatéchique

$$C^{7}H^{6}O^{4},$$

dont voici le mode de formation

$$C^{8}H^{8}O^{3} + HO = C^{7}H^{6}O^{4} + H^{2}O + CO^{2}.$$

» Nous avons identifié cette substance par l'analyse, par l'étude de ses réactions et en la transformant en pyrocatéchine

$$C^6H^6O^2,$$

qui se forme par la séparation d'une molécule d'acide carbonique

$$C^7H^6O^4 = C^6H^6O^2 + CO^2.$$

» La conversion en acide protocatéchique fixe la constitution de la vanilline; ce composé est l'aldéhyde méthylique de l'acide protocatéchique, dont la molécule rapportée à la benzine s'exprime par la formule

$$C^6H^3 \begin{cases} OCH^3 \\ OH \\ COH \end{cases}$$

» En effet, soumise à l'action de l'acide chlorhydrique sous pression, la vanilline se scinde en chlorure méthylique et en aldéhyde protocatéchique

$$C^6H^3 \begin{cases} OCH^3 \\ OH \\ COH \end{cases} + HCl = CH^3Cl + C^6H^3 \begin{cases} OH \\ OH \\ COH \end{cases}$$

» Une réaction analogue a lieu avec l'acide iodhydrique; mais, dans ce cas, l'aldéhyde éprouve des changements plus profonds.

» Nous avons obtenu une autre preuve de l'exactitude de notre manière de voir en traitant la vanilline par l'anhydride acétique et par le chlorure de benzoyle. L'action même prolongée de ces agents n'a produit que les corps

$$C^6H^3 \begin{cases} OCH^3 \\ OC^2H^3O \\ COH \end{cases} \qquad C^6H^3 \begin{cases} OCH^3 \\ OC^7H^5O \\ COH \end{cases}$$

démonstration irrécusable que la molécule vanillique ne renferme qu'un seul groupe hydroxylique.

» La constitution de la vanilline étant élucidée, on ne pouvait plus douter de la structure du produit de fermentation, dont l'oxydation a engendré la vanilline. Ce produit est l'éther éthylique de la vanilline

$$C^6H^3 \begin{cases} OCH^3 \\ OC^2H^5 \\ OOH \end{cases}$$

» Cette formule explique le dégagement de l'aldéhyde éthylique pen-

dant la formation de la vanilline. D'ailleurs, voici une confirmation incontestable de notre manière de voir. En traitant sous pression le produit de fermentation par l'acide iodhydrique, on obtient des iodures alcooliques en quantités notables, qu'on peut séparer par des moyens convenables en iodures méthylique et éthylique

$$C^6H^3\begin{cases}OCH^3\\OC^2H^5\\COH\end{cases} + 2HI = CH^3I + C^2H^5I + C^6H^3\begin{cases}OH\\OH\\COH\end{cases}$$

» En terminant, qu'il nous soit permis d'exprimer notre reconnaissance envers M. A.-W. Hofmann, dans le laboratoire duquel nous avons fait ce travail, et dont les bons conseils ne nous ont pas manqué un seul instant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les déclinaisons magnétiques absolues, observées sur la côte de la mer Adriatique.* Note de M. **Diamilla-Muller.**

« Dans la séance du 8 avril 1872 (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1001), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un exemplaire d'une carte d'essai des lignes isogones de la mer Adriatique, et un tableau de la déclinaison magnétique absolue pour les principaux endroits de la côte, réduite à l'année 1872.

» Dans cette carte, j'avais tenu compte de toutes les perturbations que l'on y rencontre et qui présentaient un certain intérêt pour les marins; mais le tableau de la déclinaison de la côte avait été calculé par moi, et il devait nécessairement être soumis au contrôle de l'observation directe.

» Aujourd'hui, ce contrôle a été exécuté par la Commission hydrographique du Ministère de la Marine italienne, et spécialement par M. Tadini, lieutenant de vaisseau, membre de cette Commission.

» Les résultats obtenus par l'observation directe confirment ceux que j'avais obtenus par le calcul. Il a été constaté, de plus, que la diminution annuelle moyenne de la déclinaison magnétique est, dans ces parages, précisément celle que j'avais énoncée, et qui m'avait servi de point de départ pour mes calculs. Cette diminution est égale à 5′30″ par an.

» Voici le tableau des déclinaisons magnétiques observées, comparées avec celles calculées par moi, en réduisant ces dernières à l'année 1873.

Déclinaisons magnétiques pour l'année 1873. (Décl. NO.)

	Calculé.	Observé.	Differ.		Calculé.	Observé.	Differ.
	° ′	° ′	′		° ′	° ′	
Venise.........	12.31,7	12.34,1	+2,4	Zuri...	11.08,1	11.07,1	—1′
Ancône........	11.37,0	11.30,3	+6,7	Lissa.........	10.33,4	10.32,4	—1
Parenzo........	12.05,7	12.00,7	—5	Pelagosa.... ..	10.46,3	10.45,3	—1
Trieste........	11.59,9	11.58,9	—1	Spalatro.......	11.03	11.02	—1
Pola...........	11.48	11.46	—2	Lagosta........	10.14,1	10.13,1	—1
Promontore....	11.44,5	11.43	—1,5	Brindisi........	9.48,2	9.53,1	+4,9
Fiume.........	11.30,2	11.30,2	0,0	Gravosa........	9.52	9.51	—1
Oriule.........	11.25,9	11.24,9	—1	Antivari........	9.28,1	9.27,1	—1
Punte Bianche..	11.32,6	11.31,6	—1	Durazzo........	9.16,7	9.15,7	—1
Zeugg.........	11.31,9	11.30,9	—1	Aulona.........	9.17,7	9.16,7	—1
Zara...........	11.39,5	11.38,5	—1	Corfù..........	9.05,3	9.04,3	—1
Pomo..........	9.19	19.17,5	—1,5	Preversa.......	8.46,7	8.45,7	—1

» Comme on voit, la différence entre la valeur observée et la valeur calculée est en plus pour Venise, Ancône et Brindisi; en moins pour les autres localités, sauf pour Fiume, où il n'y a pas de différence. Sur vingt-quatre localités, seize représentent une différence exacte de — 1′.

» En général, l'accord est plus que suffisant pour les applications à la marine.

» Avec la carte d'essai et avec le tableau des déclinaisons calculées, j'avais publié, en Italie, un Mémoire intitulé : *Della necessità di determinare con osservazioni dirette le linee isogoniche nei mari italiani*. Comme on voit, le Ministère de la Marine italienne a fait droit à ma demande.

» Encouragé par ce résultat, je m'empresserai de présenter à l'Académie la carte d'essai des lignes isogones de la Méditerranée, avec l'indication de ses perturbations locales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations relatives au Mémoire de MM.* Crocé-Spinelli *et* Sivel, *sur leur ascension du* 22 *mars* 1874; par M. LARTIGUE.

« J'ai donné, sur le mistral, une explication (1) fondée sur un fait qui se produit très-souvent, mais que la présence des nuages empêche ordinairement d'apercevoir. Ce fait vient d'être observé dans tous ses détails par MM. Crocé-Spinelli et Sivel, pendant leur ascension du 22 mars 1874 (2). Ces aéronautes ont, en effet, trouvé dans les régions supérieures de l'atmosphère des vents polaires, pendant que des vents tropicaux, accompagnés de nuages, soufflaient à la surface terrestre, circonstances qui

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1536; séance du 17 juin 1872.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1060; séance du 13 avril 1874.

ont été contestées jusqu'à ce jour, et sur lesquelles je me suis appuyé en donnant mon explication du mistral.

» Le fait observé dans l'ascension du 22 mars confirme, au surplus, une grande partie de ce que j'ai publié sur le mouvement de l'air dans les hautes et dans les basses régions de l'atmosphère (1), question que j'étudie depuis de longues années, non sur des idées préconçues, mais sur des faits observés. L'opinion que les aéronautes émettent, relativement à l'existence d'un troisième courant qui paraissait exister au-dessus du ballon, s'accorde avec mes observations. Il ne serait même pas étonnant qu'il y eût alors d'autres vents dans les régions encore plus élevées; car j'ai reconnu qu'il pouvait exister en même temps plusieurs courants d'air tropicaux, n'ayant ni la même origine, ni la même direction, soufflant à des hauteurs différentes et formant des couches généralement peu épaisses. Inversement, j'ai observé souvent que les courants polaires régnaient dans des zones d'une grande épaisseur, et ce fait semble également démontré par les observations des aéronautes.

» Je terminerai en ajoutant que l'accord existant entre mes observations et celles de MM. Crocé-Spinelli et Sivel permet d'affirmer, comme je l'ai avancé dans mon explication, que l'origine du mistral, comme celle de tous les vents polaires (2), a pour cause générale la grande différence existant entre la température élevée de la zone torride et la température beaucoup plus basse des zones tempérées et des zones glaciales. »

M. T. **Héna** adresse une Note dans laquelle il signale la présence à Erquy, dans les Côtes-du-Nord, de brèches rouges composées principalement de fragments de quartz de différentes grosseurs, reliés entre eux par une pâte argileuse rougeâtre qui fait effervescence avec l'acide nitrique. L'auteur a de plus observé des galets en silex de couleurs et de grosseurs différentes sur certains points des côtes du Finistère, et particulièrement sur le rivage de la commune de Pleubihan, dans des parages trop dangereux pour que jamais les navires aient pu y aborder et débarquer leur lest. La présence de ces silex indiquerait la proximité d'un gisement des nodules de silex de la craie qui ont servi à les former.

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 137; séance du 10 juillet 1871.

(2) *Alimentation des courants alizés.* (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1650; séance du 9 décembre 1872.)

M. L. Giraud adresse une Note dans laquelle il expose un moyen d'empêcher l'action funeste de la gelée sur les vignes et d'arrêter le rayonnement en plaçant chaque cep sous un abri de toile maintenu par de petites balles de plomb.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mai 1874.

(suite.)

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVII, sessione IIIª del 22 febbraio 1874. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

A. Genocchi. *Breve riposta al signor conte L.-F. Menabrea.* Sans lieu ni date; opuscule in-4°. (Estratto dal *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini; Appendice al volume II, anno 1873. Palermo, tip. Lao, 1874; in-4°.

Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali; vol. XII, fascicolo IV-V. Milano, tip. Bernardoni, 1872; in-4°.

Atti della Societa italiana di Scienze naturali; vol. XIV, fascic. III-IV; vol. XV, fasc. I. Milano, Bernardoni, 1872; 3 br. in-8°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconto; serie II, vol. V, fasc. IV à XVI. Milano, Bernardoni; 12 liv. in-8°.

Die Mechanik der Wärme in Gesammelten schiften; von J.-R. Mayer. Stuttgart, 1874; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MAI 1874.

Constitution dans le règne végétal de groupes physiologiques applicables à la géographie botanique ancienne et moderne; par M. A. DE CANDOLLE. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Note: 1° sur les terrains supérieurs de la Montagne-Noire; 2° sur l'ensemble des dépôts supra-nummulitiques du bassin de Carcassonne; par M. LEYMERIE. Meulan, imp. Masson, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France.*)

Paléontologie française ou Description des Fossiles de la France; 2e série : *Végétaux, terrain jurassique;* liv. 15, 16 : *Cycadées; par* M. le Comte DE SAPORTA. Paris, G. Masson, 1874; 2 liv. in-8°.

Le bassin de la Sure, étude hydrographique; par J. SIVERING. Luxembourg, sans date, imp. V. Bück; br. in-8°.

Nouvelle observation de pseudo-darthrose de la cuisse, guérie par les injections irritantes, communiquée à la Société de Chirurgie; par M. le Dr E. BOURGUET. Paris, typ. G. Chamerot, 1874; opuscule in-8°. (2 exemplaires.)

Petit essai sur quelques méthodes probables de Fermat; par M. E. LAPORTE. Bordeaux, imp. Duverdier, 1874; opuscule in-8°. (12 exemplaires.)

Transactions of the royal Society of Edinburgh; vol. XXVII, part I, for the session 1872-1873. Edinburgh, 1874; 1 vol. in-4°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 27 avril 1874.)

Page 1227, ligne 21, *au lieu de* T.-S. Abel, *lisez* F.-A. Abel.
Page 1228, ligne 24, *au lieu de* M. Pranzl, *lisez* M. Trauzl.

(Séance du 4 mai 1874.)

Page 1301, ligne 17, *au lieu de* T.-S. Abel, *lisez* F.-A. Abel.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, les **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de 2 à 80 pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matièr l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er Janvier 1862, le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:

Pour Paris. . . . . 20 fr.

Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine . . . . . . 30 fr.

Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 francs.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

A Agen	Allègre.
Amiens	Prévost-Allo.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Barassé. Lachèse, Bellenvre et Cie.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Chaumas. Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Berthelage.
Dijon	Lamarche.
Grenoble	Drevet.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Mme Tiret.
Lyon	Beaud. Palud.
Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Nantes	Douillard frères. Mme Veloppé.
A Nancy	Mlle Gonet. Grosjean.
Nîmes	Giraud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Létang.
Rennes	Hauvespre. Verdier.
Rochefort	Boucard. Valet.
Rouen	Lebrument. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe. Ravel.
Toulouse	Gimet. Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

chez Messieurs :

A Metz	Ballet. Rousselot. Warion.
Mulhouse	Perrin.
Strasbourg	Derivaux. Simon. Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

chez Messieurs :

A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq. Muquardt.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Lebrun-Devigne.
Genes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Blanc, Imer et Lebat.
Leipsig	Brockhaus. Dürr. Voss.
Liége	Bounameaux. Gnusé.
Lisbonne	Silva junior et Cie.
Londres	Asher et Cie. Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
Moscou	Gautier.
A Madrid	Bailly-Baillière. Duran. Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Mme Vve Moré. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bleggi.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Bonnier. Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Trieste	Münster.
Turin	Bocca frères. Mariotti.
Varsovie	Hösick. Gebethner et Wolff
Venise	Münster.
Vérone	Münster.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Orell, Füssli et Cie. Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. . . . . 20 fr

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix . . . . 20 fr

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES:

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbation qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dan la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches .... 25 fr

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie de Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les diffé » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée ». — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, ave 27 planches, 1861 .... 25 fr

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 11 Mai 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

M. Lépine

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 20 (18 Mai 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Questions relatives à des séries de triangles semblables assujettis à trois conditions communes;* par M. CHASLES.

« On aurait pu penser que les théorèmes de Newton et de Maclaurin sur des séries de polygones où entrent des conditions de grandeur d'angles donneraient lieu à des questions concernant les triangles semblables, puisqu'il n'entre dans l'expression de la similitude des triangles que la seule condition de grandeur d'angles, sans intervention du rapport de longueur des côtés. Ce sujet, où les conditions générales de position des triangles se prêtent à beaucoup de cas particuliers, pouvait conduire à de nombreuses questions qui ne sont pas sans intérêt. Cependant je ne sais si l'on en a résolu quelques-unes.

» On peut s'imposer quatre conditions dans la construction d'un triangle semblable à un triangle donné : trois conditions donnent lieu à une série, ou, suivant une expression employée d'après M. Plücker, à un *complexe* de triangles semblables. Les conditions qui se présentent tout d'abord sont, comme dans les théorèmes de Newton et de Maclaurin, que les sommets

des triangles se trouvent sur des courbes, et que leurs côtés soient tangents à des courbes. Les relations de position de ces courbes ou la substitution d'une seule à deux, ou aux trois, multiplieront beaucoup les recherches auxquelles peut donner lieu ce sujet.

» Si l'on n'a point abordé ces questions si variées, c'est probablement parce que les conditions de grandeur d'angles s'introduisent difficilement dans les formules de la Géométrie analytique. Mais, au contraire, le principe de correspondance se prête à ces conditions, comme on l'a vu particulièrement dans la démonstration et la généralisation des théorèmes de Maclaurin (*Comptes rendus*, séance du 6 avril 1874). Aussi je vais en faire le sujet de la présente Communication.

» A l'inverse de la méthode analytique, dans les questions auxquelles se prête le principe de correspondance, c'est sous l'énoncé le plus général des conditions proposées, et non dans leurs cas particuliers, que l'application en est le plus facile. Par cette raison, je commencerai par les énoncés les plus généraux, dans lesquels les trois conditions auxquelles doit satisfaire une série de triangles semblables se rapporteront à trois courbes quelconques n'ayant aucune relation entre elles; puis je passerai aux cas où deux conditions, ou les trois, se rapporteront à une même courbe.

» J'énoncerai d'abord, sous forme de lemmes, quelques propositions fort simples, relatives au déplacement d'un angle de grandeur donnée.

§ I. — Lemmes.

» I. *Le sommet d'un angle de grandeur donnée, dont les côtés sont tangents à deux courbes de classes* n, n' *décrit une courbe de l'ordre* 2nn', *qui a deux points multiples d'ordre* nn' *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} x, & nn' & u \\ u, & n'n & x \end{matrix}\right| \; 2nn'.$$

» II. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m *et qu'un de ses côtés est tangent à une courbe* $U^{n'}$, *l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2mn', *qui a une tangente multiple d'ordre* mn' *à l'infini, et* n' *tangentes multiples d'ordre* m *passant par chacun des deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} IX, & mn' & IU \\ IU, & n'm & IX \end{matrix}\right| \; 2mn'.$$

» III. *Le sommet d'un angle de grandeur donnée, dont les côtés glissent sur une courbe de la classe* n, *décrit une courbe de l'ordre* 2n(n − 1), *qui a deux*

points multiples d'ordre n (n — 1) *aux deux points circulaires de l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} x, & nn & u \\ u, & nn & x \end{matrix}\right| \; 2n^2.$$

Il y a $2n$ solutions étrangères dues aux $2n$ points x qui se trouvent sur les tangentes de la courbe U^n, menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste $2n(n-1)$. Donc, etc.

Lorsque l'angle circonscrit est droit, l'ordre de la courbe décrite par son sommet se réduit à n (n — 1), parce qu'alors le rapport anharmonique que les deux côtés de l'angle font sur la droite de l'infini avec les deux points circulaires est égal à — 1; d'où il résulte qu'une même solution entre deux fois dans le nombre $2n(n-1)$.

» IV. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m, *et qu'un de ses côtés tourne autour d'un point fixe de la courbe, l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2m — 1.

$$\left.\begin{matrix} IX, & m & IU \\ IU, & (m-1) & IX \end{matrix}\right| \; 2m-1.$$

» V. *Lorsque le sommet d'un angle glisse sur une courbe* U_m^n, *et qu'un de ses côtés est tangent à la courbe en un autre point, l'autre côté enveloppe une courbe de la classe* 2(mn — m — n), *qui a une tangente multiple d'ordre* m (n — 2) *à l'infini.*

$$\left.\begin{matrix} IX, & m(n-2) & IU \\ IU, & n(m-2) & IX \end{matrix}\right| \; 2(mn-m-n).$$

§ II. — Questions dans lesquelles les trois conditions se rapportent à trois courbes différentes.

» I. *Lorsque des triangles semblables* aa'a'' *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et leurs côtés* aa', a'a'' *tangents respectivement à deux courbes de classe* n', n'' :

» 1° *Leur côté* aa'' *enveloppe une courbe de la classe* 2mn' (lemme II).

» 2° *Leur sommet* a' *décrit une courbe d'ordre* 2n'n'' (lemme I).

» 3° *Leur sommet* a'' *décrit une courbe de l'ordre* 3mn'n''.

$$3^\circ \quad \left.\begin{matrix} x, & n''n'm & u \\ u, & 2mn'n'' & x \end{matrix}\right| \; 3mn'n''.$$

» II. *Lorsque des triangles semblables* aa'a'' *ont leurs sommets* a, a' *sur deux courbes d'ordre* m, m_1, *et leur côté* aa' *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur côté* aa'' *enveloppe une courbe de la classe* 2mn', *et leur*

côté a′a″ *une courbe de la classe* $2m_1n'$ (lemme II); *la première* a, *à l'infini, une tangente multiple d'ordre* mn′, *et la seconde une tangente multiple d'ordre* m_1n'.

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2mm_1n'$, *qui a à l'infini* m *points multiples d'ordre* m_1n', *et* m_1 *points multiples d'ordre* mn′.

$$2^{\circ}\quad \begin{array}{lll} x, & 2mn'm_1 & u \\ u, & 2m_1n'm & x \end{array} \Bigg| \; 4mm_1n'.$$

» Il y a $2mm_1n'$ solutions étrangères dues aux $2n'$ tangentes de $U^{n'}$ qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mm_1n'$.

» III. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a, a′ *sur deux courbes d'ordre* m, m_1, *et leur côté* a′a″ *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur côté* a′a *enveloppe une courbe de la classe* $2m_1n'$ (lemme II);

» 2° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $3mm_1n'$;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $4mm_1n'$.

$$2^{\circ}\quad \begin{array}{lll} \mathrm{IX}, & m.2m_1n'\ (\text{lemme II}) & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & n'm_1m & \mathrm{IX} \end{array} \Bigg| \; 3mm_1n'.$$

$$3^{\circ}\quad \begin{array}{lll} x, & n'm_1m & u \\ u, & 3mm_1n' & x \end{array} \Bigg| \; 4mm_1n'.$$

» IV. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets sur trois courbes d'ordre* m, m_1, m_2 :

» *Leurs trois côtés enveloppent trois courbes d'ordre* $4mm_1m_2$.

» Pour le côté *a′a″* :

$$\begin{array}{llllll} \mathrm{IX}, & m & a, & m3m_1m_2, & 3mm_1m_2 & \mathrm{IU} \\ \mathrm{IU}, & m_2 & a'', & m_2m_1m, & mm_1m_2 & \mathrm{IX} \end{array} \Bigg| \; 4mm_1m_2.$$

» V. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs côtés* aa′, a′a″, a″a *tangents à trois courbes respectives, de classe* n′, n″, n‴ :

» *Leurs sommets* a, a′, a″ *sont sur trois courbes respectives d'ordre* 2n′n‴, 2n″n′, 2n‴n″ (lemme I).

§ III. — Cas où deux conditions se rapportent à une même courbe, et la troisième à une autre courbe.

» VI. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et leurs deux côtés* aa′, a′a″ *tangents à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur sommet* a′ *décrit une courbe de l'ordre* 2n′(n′ − 1) (lemme III).

» 2° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* 2mn′ (lemme II).

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* mn'^2.

3°	x,	$n'n'm$	u	$3mn'^2$.
	u,	$2mn'n'$	x (lemme II)	

» Il y a $2mn'^2$ solutions étrangères dues aux $2n'$ points x de L qui se trouvent sur les tangentes de $U^{n'}$ menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste mn'^2. Donc, etc.

» VII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs deux sommets* a, a′ *sur une courbe d'ordre* m, *et leur côté* aa′ *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Chacun de leurs côtés* aa″, a′a″ *enveloppe une courbe de la classe* $2mn'$.

» 2° *Leur sommet* a″ *décrit une courbe de l'ordre* $2m(m-1)n'$.

2°	x,	$2mn'(m-1)$	u	$4mn'(m-1)$.
	u,	$2mn'(m-1)$	x	

» Il y a $2m(m-1)n'$ solutions étrangères dues aux $2n'$ tangentes de $U^{n'}$, qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2mn'(m-1)$. Donc, etc.

» VIII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs deux sommets* a, a′ *sur une courbe d'ordre* m, *et leur côté* a′a″ *tangent à une courbe* $U^{n'}$:

» 1° *Leur côté* a′a *enveloppe une courbe de la classe* $2mn'$ (lemme II).

» 2° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $mn'(3m-2)$.

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe d'ordre* $mn'(4m-3)$.

2°	IX,	$m(2m-1)n'$	IU (lemme IV)	$mn'(3m-2)$.
	IU,	$n'm(m-1)$	IX	
3°	x,	$n'm(m-1)$	u	$mn'(4m-3)$.
	u,	$mn'(3m-2)$	x	

» IX. *Des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m, *leur côté* aa′ *passe par un point* O *de cette courbe, et leur sommet* a″ *glisse sur une courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $(2m-1)$ (lemme IV);

» 2° *Leur côté* a″a′ *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(3m-2)$;

» 3° *Leur sommet* a′ *décrit une courbe de l'ordre* $m_1(2m-3)$.

2°	IX,	$m_1 a''$,	$m_1(2m-1)$	IU	$m_1(3m-2)$.
	IU,	$(m-1)Oa$,	$(m-1)m_1$	IX	
3°	x,	$(m-1)a$,	$(m-1)m_1$	u	$m_1(4m-3)$.
	u,	$m_1(3m-2)$		x	

» Il y a $2mm_1$ solutions étrangères dues aux deux points x situés sur les droites menées du point O aux deux points circulaires de l'infini. Il reste $m_1(2m-3)$. Donc, etc.

» X. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leur sommet* a *sur une courbe* $U_{m_1}^n$, *leur côté* aa'' *tangent à cette courbe en un autre point, et leur sommet* a' *sur une autre courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* aa' *enveloppe une courbe de la classe* $2m_1(mn-m-n)$ (lemme V);

» 2° *Leur côté* $a'a''$ *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(3mn-2m-4n)$;

» 3° *Leur sommet* a'' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2m_1(2mn-m-3n)$.

2°	IX,	$m_1 2(mn-m-n)$	IU	$m_1(3mn-2m-4n)$
	IU,	$n(m-2)m_1$	IX	
3°	x,	$n(m-2)m_1$	u	$2m_1(2mn-m-3n)$.
	u,	$m_1(3mn-2m-4n)$	x	

» XI. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa' *tangent à cette courbe en ce point* a, *et leur sommet* a' *sur une courbe* U_{m_1} :

» 1° *Leur côté* $a'a''$ *enveloppe une courbe de la classe* $2nm_1$;

» 2° *Leur sommet* a'' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $m_1(3n+m)$.

x,	$(m+n)m_1$	u (*)	$m_1(3n+m)$.
u,	$2nm_1$	x (lemme II)	

» XII. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* aa' *tangent à cette courbe en ce point* a, *et leur sommet* a'' *sur une courbe* U_m :

» 1° *Leur côté* $a''a'$ *enveloppe une courbe de la classe* $m_1(2n+m)$.

» 2° *Leur sommet* a' *a pour lieu une courbe de l'ordre* $m_1(3m+n)$.

1°	IX,	$m_1(m+n)$	IU	$m_1(m+n)$.
	IU,	nm_1	IX	
2°	x,	nm_1	u	$m_1(m+3n)$.
	u,	$m_1(m+2n)$	x	

(*) *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 397; 1871.

§ IV. — CAS OÙ LES TROIS CONDITIONS SE RAPPORTENT A UNE MÊME COURBE.

» XIII. *Lorsque des triangles semblables sont circonscrits à une même courbe* U^n, *leurs sommets homologues sont sur trois courbes de l'ordre* $2(n-1)n^2$.

$$\begin{array}{lll|l} x, & nnn & u & \\ u, & nnn & x & 2n^3. \end{array}$$

» Il y a $2n^2$ solutions étrangères dues aux $2n$ tangentes de U^n qui passent par les deux points circulaires de l'infini. Il reste $2n^2(n-1)$. Donc, etc.

» XIV. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leur sommet* a *sur une courbe d'ordre* m, *et que leurs côtés* aa', $a'a''$ *sont tangents à cette courbe :*

» 1° *Leur côté* aa'' *enveloppe une courbe de la classe* $2(mn-m-n)$ (lemme V);

» 2° *Le lieu de leur sommet* a'' *est de l'ordre* $n(3mn-4m-4n+4)$.

$$2^\circ \quad \begin{array}{lll|l} x, & nn(m-2), & u & \\ u, & 2(mn-m-n)n, & x & n(3mn-2m-4n). \end{array}$$

» Il y a $2n(m-2)$ solutions étrangères dues aux points x qui se trouvent sur les tangentes de U_m issues des deux points circulaires de l'infini. Il reste $n(3mn-4m-4n+4)$. Donc, etc.

» XV. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leurs sommets* a, a' *sur une courbe* U_m^n, *et leur côté* aa' *tangent à la courbe :*

» 1° *Les côtés* aa'', $a'a''$ *enveloppent des courbes de la classe* $2(mn-m-n)$.

» 2° *Le lieu du sommet* a'' *est d'ordre* $4(m-3)(mn-m-n)$.

$$1^\circ \quad \begin{array}{lll|l} IX, & m(n-2) & IU & \\ IU, & n(m-2) & IX & 2(mn-m-n). \end{array}$$

$$2^\circ \quad \begin{array}{lll|l} x, & 2(mn-m-n)(m-3) & u, & \\ u, & 2(mn-m-n)(m-3) & x, & 4(mn-m-n)(m-3). \end{array}$$

» XVI. *Lorsque des triangles semblables* $aa'a''$ *ont leurs sommets* a, a' *sur une courbe* U_m^n, *et leur côté* $a'a''$ *tangent à la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa' *enveloppe une courbe de la classe* $2(mn-m-n)$.

» 2° *Leur côté* $a'a''$ *enveloppe une courbe de la classe*

$$(3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m + 2n).$$

» 3° *Le lieu du sommet* a″ *est d'ordre* $m(2mn - 2m - 3n + 2)$.

2°	IX,	$m(2mn - 2m - 3n + 2)$	IU	$3m^2n - 2m^2 - 6mn$
	IU,	$n(m-2)(m-1)$	IX	$+ 2m + 2n$.
3°	x,	$n(m-2)(m-1)$	u	$3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m$
	u,	$3m^2n - 2m^2 - 6mn + 2m + 2n$	x	$+ 2n + n(m-2)(m-1)$.

» Il y a $2n(m-1)(m-2)$ solutions étrangères dues aux $2n$ tangentes menées des deux points circulaires de l'infini. Il reste

$$m(2mn - 2m - 3n + 2).$$

» XVII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a, a′ *sur une courbe* U_m, *et que leur côté* aa′ *passe par un point fixe* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa′ *enveloppe une courbe de la classe* $(2m - 1)$;

» 2° *Leur côté* a′a″ *enveloppe une courbe de la classe* $(m-1)(3m-1)$;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $2(m-1)(2m-1)$.

3°	x,	$(m-1)(m-1)$	u,	$2(m-1)(2m-1)$.
	u,	$(m-1)(3m-1)$	x,	

» XVIII. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* a′a″ *tangent à cette courbe, et leur côté* aa′ *passant par un point fixe* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $(2m - 1)$ (lemme IV);

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $n(3m - 2)$.

2°	x,	$n(m-1)$	u,	$n(3m-2)$.
	u,	$(2m-1)n$	x,	

» XIX. *Lorsque des triangles semblables* aa′a″ *ont leurs sommets* a *sur une courbe* U_m^n, *leur côté* a′a″ *tangent à la courbe, et leur côté* aa′ *passant par un point* O *de la courbe :*

» 1° *Leur côté* aa″ *enveloppe une courbe de la classe* $n(2m - 1)$;

» 2° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* $n(3m - 2)$.

1°	IX,	mn	IU	$n(2m-1)$.
	IU,	$n(m-1)$	IX	
2°	x,	$n(m-1)$	u	$n(3m-2)$.
	u,	$n(2m-1)$	x	

» XX. *Des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur* U_m^n, *leur côté* aa′ *tangent à la courbe en* a, *et leur côté* a′a″ *aussi tangent à la courbe :*

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de le classe* (m + n);

» 2° *Leur sommet* a′ *a pour lieu une courbe de l'ordre* 2n(n − 1);

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* n(m + 2n).

3°	x,	nn	u	$n(m+2n)$.
	u,	$(m+n)n$	x	

» XXI. *Des triangles semblables* aa′a″ *ont leur sommet* a *sur* U^n_m, *leur côté* aa′ *est tangent à la courbe en* a, *et le côté* a′a″ *passe par un point fixe de la courbe :*

» 1° *Leur côté* a a″ *enveloppe une courbe de la classe* (m + n);

» 2° *Leur sommet* a′ *a pour lieu une courbe de l'ordre* 2n;

» 3° *Leur sommet* a″ *a pour lieu une courbe de l'ordre* m + 2n.

3°	x,	n	u	$m+2n$. »
	u,	$(m+n)$	x	

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note accompagnant la présentation du tome VI des* OEuvres de Lagrange; par M. SERRET.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie le tome VI des *OEuvres de Lagrange*.

» Ce volume, dont la publication a été retardée par des circonstances diverses, renferme la collection complète des Mémoires de l'illustre auteur, qui ont été publiés pour la première fois dans les recueils de l'ancienne Académie des Sciences et de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut. Voici la liste de ces Mémoires, qui tous se rapportent à l'Astronomie mathématique :

I. Recherches sur la libration de la Lune;

II. Recherches sur les inégalités des satellites de Jupiter;

III. Essai sur le problème des trois Corps;

IV. Sur l'équation séculaire de la Lune;

V. Recherches sur la théorie des perturbations que les comètes peuvent éprouver par l'action des planètes;

VI. Recherches sur la manière de former des tables des planètes, d'après les seules observations;

VII. Lettre à Laplace sur la théorie des inégalités séculaires des planètes;

VIII. Recherches sur les équations séculaires des mouvements des nœuds et des inclinaisons des orbites des planètes;

IX. Mémoire sur la théorie des variations des éléments des planètes, et en particulier des variations des grands axes de leurs orbites;

X. Mémoire sur la théorie générale de la variation des constantes arbitraires dans tous les problèmes de la Mécanique;

XI. Second Mémoire sur la théorie de la variation des constantes arbitraires dans les problèmes de Mécanique.

» Les ouvrages que je viens d'énumérer constituent, avec ceux qui font partie du tome V, le monumental répertoire de Mécanique céleste que nous devons à Lagrange, et dont la réimpression est aujourd'hui terminée.

» Si la publication des *OEuvres de Lagrange* devait être bornée aux seuls Mémoires, ainsi que cela avait été d'abord résolu, j'aurais déjà rempli, presque dans son entier, l'importante mission que le Gouvernement m'a confiée et que j'ai acceptée sans me dissimuler, au moins en partie, les difficultés de l'entreprise. Il ne reste plus, en effet, à réunir qu'un petit nombre de pièces non comprises dans les recueils académiques, et auxquelles il faudra joindre le *Traité de la résolution des équations numériques*, pour composer un *septième* volume de même étendue que les précédents.

» Mais une publication entreprise sous les auspices du Gouvernement ne peut laisser de côté, il faut le reconnaître, des œuvres aussi considérables que la *Mécanique analytique* et les deux ouvrages sur la *Théorie des fonctions analytiques*, qui sont aujourd'hui épuisés. La collection des Œuvres complètes de Lagrange exigera donc neuf volumes. La *Théorie des fonctions analytiques* et les *Leçons sur le calcul des fonctions* composeront le tome VIII, la *Mécanique analytique* formera le tome IX et dernier.

» Parmi les pièces qui doivent faire partie du tome VII, dont l'impression déjà commencée se poursuit activement, figure la célèbre Lettre à Fagnano, en date du 23 juin 1754. Il semblait impossible de se procurer un exemplaire de cette Lettre, et j'en avais fait dresser, à Turin, pour la réimpression, une copie certifiée conforme à l'original. Mais M. le prince Balthazar Boncompagni, si désireux de servir en toute occasion les intérêts de la Science, a bien voulu m'adresser une reproduction lithographique de la lettre en question, qu'il a fait faire, à Rome, d'après l'exemplaire qu'il possède. Je saisis avec empressement l'occasion qui m'est offerte de lui adresser publiquement ici mes vifs remercîments.

» Le texte primitif des nombreux Mémoires qui composent les six volumes aujourd'hui publiés renferme un très-grand nombre de fautes typographiques dont quelques-unes seulement sont indiquées dans les rares errata dressés par Lagrange. J'ai corrigé toutes celles que j'ai reconnues;

mais on comprend que, dans un travail aussi considérable, quelques-unes aient pu m'échapper, et que des fautes nouvelles aient été introduites, malgré le soin avec lequel les épreuves ont été revues. J'en ai moi-même effectivement relevé un petit nombre, mais qui ont peu d'importance, dans les premiers volumes; d'autres m'ont été signalées par plusieurs savants; aussi ai-je le devoir de préparer dès à présent les bases d'un errata général qui paraîtra, s'il y a lieu, à la fin du dernier volume.

» Je prie donc l'Académie de me permettre d'adresser publiquement devant elle un appel aux géomètres, aux astronomes, à tous ceux qui ont entre les mains la collection des *Œuvres de Lagrange* et de leur demander de vouloir bien me faire connaître les erreurs typographiques qu'ils auraient constatées soit dans le texte, soit dans les formules. »

« M. **Bertrand** a éprouvé quelque surprise en entendant parler du retard apporté à la publication du sixième volume des *Œuvres de Lagrange*.

» Les géomètres, en accueillant avec reconnaissance l'utile et admirable publication que dirige notre savant confrère, savent combien l'exactitude de texte et la correction des formules, scrupuleusement vérifiées dans tant de Mémoires de nature si diverse, demandent d'attention et de soins. Il est heureux, en saisissant cette occasion d'exprimer leur reconnaissance, de signaler, tout au contraire, la satisfaction unanime justement causée par la succession régulière et rapide de ces beaux volumes. »

PHYSIQUE. — *Sur les faisceaux magnétiques formés par des lames écartées;* par M. **J. Jamin.**

« Dans l'étude qu'il fit des faisceaux aimantés, Coulomb se contenta de mesurer leur moment magnétique. Il trouva que ce moment augmente moins vite que le nombre des lames. Le problème était mal posé, car c'était mesurer la force d'un faisceau par le produit de deux facteurs, la totalité du magnétisme et la distance du pôle au centre. Or ces deux facteurs varient à la fois et en sens opposé. Il était bien plus simple de chercher la loi qui règle un seul de ces deux facteurs: c'est ce qui m'a conduit à évaluer le magnétisme total, et à trouver que dans un faisceau il est rigoureusement égal à la somme du magnétisme des éléments :

$$M = m + m' + m'' \ldots,$$

il est bien évident, dès lors, que si l'on désigne par R, r, r', r'',... les distances des pôles au centre, on ne peut avoir

$$MR = mr + m'r' + m''r'', \ldots;$$

dans certains cas, le premier membre sera plus grand que le second, dans d'autres il sera plus petit.

» Je vais montrer aujourd'hui comment les lois des faisceaux se modifient sans cesser d'être très-simples, quand les lames, au lieu d'être rigoureusement appliquées et serrées l'une contre l'autre, sont séparées à dessein par des intervalles réguliers. J'ai opéré sur vingt-deux lames obtenues au laminoir d'un seul jet; elles étaient bien identiques, avaient 1 mètre de longueur, 50 millimètres de largeur et 1 millimètre d'épaisseur. Je commençai par étudier séparément plusieurs lames isolées prises au hasard, puis des faisceaux de 3 lames serrées entre elles; j'ai obtenu les valeurs suivantes pour le magnétisme total $\mu = \frac{m}{n}$ d'une seule lame: y exprime les ordonnées moyennes sur l'étendue du plat, y_1 les ordonnées sur la tranche.

TABLEAU I. (Écartement, nul.)

	3 lames saturées.		1 seule lame.	
Distances.	y	y_1	y	y_1
0	10,8	11,5	6,6	6,7
50	6,7	7,8	3,0	4,0
100	4,3	5,6	1,3	1,9
150	2,8	3,7	0,7	0,9
200	1,9	2,4	0,5	0,7
300	0,7	1,2	0,2	0,3
400	0,2	0,4	»	»
Σy	23,2	28,6	8,8	9,02

$m = 25,3 \quad \frac{m}{n} = 8,4 \quad m = 9,0$

Moyenne... $\frac{m}{n} = 8,7$.

» Ainsi, chaque lame possède une masse magnétique μ égale en moyenne à 8,7; le pôle est très-près de l'extrémité, à 30 millimètres environ. Si l'on forme un faisceau peu nombreux de n lames, il contient à son extérieur une totalité magnétique $m = \mu n$, et l'on retrouve sur chaque lame, en défaisant le faisceau, le magnétisme μ qu'elle avait à l'origine; mais, si ce faisceau dépasse la limite, c'est-à-dire si n dépasse le nombre de lames qu'il faut

pour constituer l'aimant normal, alors les surfaces extérieures ont atteint leur saturation, et à chaque addition de lames une partie des aimantations contraires se recompose pour reproduire l'état naturel. La totalité magnétique du faisceau n'augmente plus sur les plats, et chaque lame ne garde qu'une quantité magnétique très-inférieure à celle qu'elle avait apportée dans le faisceau, et qui est d'autant moindre que n est plus grand. C'est ce qui a été prouvé précédemment et qui résulte du tableau suivant dressé avec les vingt-deux lames désignées précédemment.

Tableau II. (Écartement nul.)

	22 lames.				3 lames.	
	y		y_1			
Distances.	obs.	calc.	obs.	calc.	y	y_1
0	15,1	12,6	15,3	14,0	5,7	6,5
20	12,1	12,1	13,0	13,3	»	»
50	11,1	11,3	12,0	12,5	3,2	4,1
100	10,3	10,0	10,8	11,1	2,0	3,9
150	8,0	8,8	9,6	9,7	1,6	3,0
200	6,8	7,5	8,5	8,4	1,3	1,6
300	4,8	5,1	5,6	5,6	0,5	0,7
400	2,6	2,6	3,2	2,9	0,2	0,5
Σy	62,7		70,2		13,2	17,6
	$m=97,1$		$\frac{m}{n}=4,4$		$m=14,4$	$\frac{m}{n}=4,8$

» On remarquera :

» 1° Que, dans le faisceau de vingt-deux lames, les intensités se sont accrues partout, et à l'extrémité de 6,7 à 15;

» 2° Que l'aimant normal est atteint, c'est-à-dire que les intensités y et y_1 sont représentées rigoureusement, jusqu'à 20 millimètres de l'extrémité, par les ordonnées d'une droite passant par le milieu. De 20 millimètres à zéro l'influence du bord se fait sentir, et l'intensité croît rapidement jusqu'à l'arête.

» 3° Le centre de gravité est celui du triangle rectangle dont l'hypoténuse est la droite des intensités, l'un des côtés la demi-longueur de la lame, et le troisième côté l'ordonnée extrême y_0 qui est 13. Ce centre est au tiers de la demi-longueur 500, ou à 166 millimètres de l'extrémité : il s'est rapproché du milieu.

» 4° Les vingt-deux lames avaient apporté une quantité magnétique égale

à 8,7 × 22 = 191,4; or on ne trouve que $m = 97,1$: la perte est de plus de moitié (66 pour 100).

» 5° Chaque lame ne doit plus contenir que la vingt-deuxième partie de m, ou 4,4; et, en effet, si l'on en prend trois au hasard, qu'on les remette en un faisceau, il est beaucoup plus faible qu'après l'aimantation directe $m = 14,4$, et chaque lame ne contient plus que $\frac{m}{n} = 4,8$, nombre presque égal à 4,4.

» En résumé, si l'on a gagné en intensité dans le rapport de 6,7 à 15, on a beaucoup perdu en quantité dans le rapport de 197 à 91, ou de 2 à 1. Y a-t-il un moyen de diminuer cette perte, tout en maintenant le gain fait en tension? On croit y réussir en séparant les lames par des intervalles. Je vais étudier cette méthode.

» Je réaimante les vingt-deux lames, et je les superpose de nouveau en les séparant par des cartons de $0^{mm},6$ d'épaisseur : je trouve les valeurs moyennes suivantes de y sur le plat et de y_1 aux tranches :

Tableau III. (Écartement, $0^{mm},6$.)

	22 lames.				3 lames.	
	y		y_1			
Distances.	obs.	calc.	obs.	calc.	y	y_1
0	13,7	11,1	14,2	12,4	9,2	10,8
20	10,9	10,8	11,8	11,9	»	»
50	9,9	10,0	10,8	10,9	4,7	5,4
100	8,8	8,9	8,9	9,6	3,2	3,8
150	7,4	7,8	8,0	8,4	2,3	3,0
200	6,7	6,7	6,8	7,2	1,7	2,7
300	4,1	4,5	5,2	4,8	0,9	1,3
400	2,0	2,2	2,4	2,4	0,4	0,6
Σy	55,5		61,5		19,2	23,2
	$m = 85,7$		$\frac{m}{n} = 3,9$		$m = 20,9$	$\frac{m}{n} = 6,9$

» 1° L'aimant normal est encore constitué; 2° le centre de gravité est encore à 166 millimètres du bout; 3° l'intensité extrême a également augmenté, mais un peu moins, jusqu'à 13 à 14 au lieu de 15 à 16; 4° enfin la somme de magnétisme *extérieur*, c'est-à-dire constaté sur les plats et les tranches, est égale à 85,7 au lieu de 97,1; il semblerait qu'en séparant les lames on ait à la fois diminué la quantité et l'intensité.

» Cependant il ne faut pas croire que le magnétisme soit réduit à 85,5

pour le faisceau et à 3,9 pour chaque élément; car, à cause de l'écartement des lames, une certaine somme d'aimantation doit être restée entre elles. Ce que nous avons mesuré est ce qui a été porté sur l'extérieur; nous ne voyons pas ce qui reste en dedans. Pour savoir s'il en est réellement ainsi, démontons le paquet et examinons en particulier trois lames sans les réaimanter et sans intermédiaire; elles reconstituent, en effet, un groupe plus fort qu'après être extraites du premier faisceau de vingt-deux lames, et qui donne $m = 20,9$ et $\frac{m}{n} = 6,8$. De là nous tirons les conclusions suivantes :

» 1° Chaque lame extraite du faisceau formé avec des écartements de $0^{mm},6$ garde en totalité 6,9 et le faisceau entier $6,9 \times 22 = 151,3$.

» 2° Chaque lame a fait une perte et, par suite, le faisceau. Celle du faisceau est $291,5 - 151,3 = 140,1$, soit 50 pour 100; elle était plus grande et égale à $291,5 - 97,1 = 194,4$ ou 66 pour 100 dans le premier mode de superposition.

» 3° Dans ce premier mode, tout le magnétisme conservé (97,1) était transporté à l'extérieur; il n'y avait rien ou presque rien entre les lames. Cette fois ce qui subsiste (151,1) se partage en deux : 1° en 85,5 qui est répandu à l'extérieur; 2° en 65,6 qui est resté dans les intervalles.

» Si maintenant on augmente l'intervalle entre les lames, il est évident qu'on diminuera la portion de magnétisme extérieure, qu'on augmentera celle qui est à l'intérieur et que peu à peu les lames agiront comme si elles devenaient indépendantes. Alors chacune gardera son magnétisme et sa tension première.

» Voici une série d'expériences avec des intervalles égaux à $0^{mm},9$.

Tableau IV. (Écartement, $0^{mm},9$.)

Distances.	22 lames. y	y_1	3 lames. y	y_1
0	13,0	13,8	8,1	8,9
50	9,9	11,2	4,6	5,7
100	8,4	9,4	2,8	3,7
150	7,1	8,2	1,6	2,8
200	6,0	7,1	1,2	1,9
300	4,1	4,5	0,4	1,0
400	2,0	2,2	0,3	0,4
Σy	52,6	59,0	19,3	21,3
	$m = 81,8$	$\frac{m}{n} = 3,7$	$m = 21,0$	$\frac{m}{n} = 7,0$

Totalité conservée... 154. »

ASTRONOMIE. — *Lettre de M.* **Faye**, *avec une réplique de M.* E. Gautier.

« Je m'empresse de communiquer à l'Académie la réplique que M. E. Gautier m'a fait l'honneur de m'adresser, à une de mes Notes insérée dans les *Comptes rendus* (t. LXXVIII, p. 929; séance du 6 avril 1874), où j'ai eu occasion de citer son nom et son hypothèse des scories solaires. L'Académie accueillera avec intérêt, j'en suis convaincu, l'exposé lucide que ce savant astronome a fait lui-même des idées qu'il oppose aux miennes, et qui paraissent avoir été effectivement adoptées, d'une manière plus ou moins explicite, par d'éminents observateurs.

« Le *Compte rendu* de la séance du 6 avril de l'Académie des Sciences vient de me parvenir, et il m'a appris à ma grande surprise que vous m'avez fait l'honneur d'entretenir l'illustre assemblée du modeste résumé de mes observations spectroscopiques du Soleil, publié récemment dans nos *Archives*. Vous m'accordez le titre de professeur que je ne mérite point; mais ce n'est pas cette réclamation qui me fait prendre la plume aujourd'hui. Sans espérer nous mettre d'accord sur la théorie des taches, je désire vous donner quelques explications spéciales sur le sujet qui nous divise et les conceptions que je m'en fais.

» L'argument tiré du petit nombre d'adhérents à la théorie des cyclones n'a, je le reconnais, pas de poids scientifique. L'assertion que je me suis permise n'était que la répétition de celle d'un de mes collègues en observations, bien plus expérimenté, plus assidu et mieux outillé que je ne le suis. C'était la pensée que j'avais dans l'esprit lorsque, au mois de décembre, je vous témoignais verbalement mon regret de ce que, tout en traitant théoriquement ces mystérieux sujets, vous ne les suivissiez pas en même temps de la vue avec quelque excellent instrument.

» Lorsqu'il y a dix ans j'ai tenté de faire revivre la théorie de Galilée sur les phénomènes solaires, j'ai été, je le sais fort bien, l'objet de la risée de maint astronome. Quand plus tard M. Respighi a montré quelque sympathie pour cette manière de voir, sans me nommer, le P. Secchi lui a lancé ses foudres les plus terribles, traitant de *scienza bambina* une opinion qui aurait peut-être mérité plus d'égards; mais j'estime que nous avons été suffisamment vengés, car l'ingénieux auteur que je viens de citer, après de savantes évolutions, a fini par se ranger parmi ceux qui, comme nous, considèrent les taches comme résultant de la présence de *matières obscurcissantes*, s'accumulant sur ou dans la photosphère. Il s'insurge contre certains termes, employés par nous et par d'autres, dans le cours de notre étude et que je reconnais n'être pas heureux; mais au fond ces débris d'éruptions, ces substances projetées et retombant sur la surface solaire ne sont pas si différents des *scories* que nous nous imaginons s'y former, sans nous attacher trop au mot lui-même que je remplacerais volontiers.

» Le P. Secchi, après beaucoup d'hésitations, et bien d'autres avec lui, appartiennent donc aux sectateurs de la théorie des taches considérées comme des substances non ou peu lumineuses : scories, nuages, laves, concrétions, résidus, comme on voudra les nommer; et il me paraît que c'est aussi celle qui gagne du terrain, quelles que soient d'ailleurs les

conceptions de chacun sur la nature et sur l'origine de ces substances, quelle que soit la place ou le niveau qu'on leur assigne dans la photosphère.

» La photosphère est pour moi, ainsi que j'ai eu l'honneur de vous le dire, la surface lumineuse d'un fluide incandescent recouvert d'une couche de gaz brillante, accidentée, irrégulière, d'épaisseur variable, quoique moins raboteuse que la chromosphère. Jusqu'à quel degré les matières foncées du noyau des taches sont-elles enfoncées dans cette couche? C'est ce qu'il est difficile de dire et ce sur quoi les opinions diffèrent beaucoup. M. Spörer les place au-dessus; nous les présumons surnageant à la surface liquide et pouvant être recouvertes partiellement par des émanations photosphériques dont les formes sont très-diverses. Tout le monde connaît les ponts brillants, tantôt droits, tantôt curvilignes qui traversent les noyaux. Parfois, ces noyaux sont recouverts de petits flocons blancs, de nature essentiellement photosphérique, mais moins denses, moins éclatants que les ponts. Toutes ces apparences me paraissent cadrer fort naturellement avec l'hypothèse de Galilée, et je ne me sens point effarouché par son antiquité, d'autant plus qu'elle se prête fort bien à toutes les conséquences des études modernes sur les « mouvements de la photosphère ». Cette étude, point de départ absolu de la théorie des cyclones, n'est qu'un des détails à considérer dans l'ensemble des faits, et s'il vous paraît étrange de voir subsister pendant des mois des noyaux obscurs, matériels, dans la photosphère, l'objection me semble encore plus embarrassante pour la persistance de tourbillons, qu'on verrait réapparaître pendant dix ou douze rotations successives de l'astre, à la même place.

» Je ne comprends pas bien votre pensée relative au « défoncement de la photosphère à quelques centaines de lieues de profondeur ». Avec les dimensions du globe solaire, 100 lieues ne sont pas une affaire, et puis nul ne sait l'épaisseur de la couche gazeuse photosphérique, ni le degré d'enfoncement des noyaux. Quelques-uns les placent au-dessus de cette couche, nous l'avons dit tout à l'heure. Quant à moi, j'ai adopté l'idée des taches *flottantes*, en grande partie pour échapper à cette malencontreuse conception des taches-entonnoirs, à ces *trous* que vous condamnez, et que je ne puis admettre raisonnablement se former et persister à la surface du Soleil. Qu'il y ait autour des taches une espèce de bourrelet photosphérique, résultant de la tension des gaz autour d'un amas de substances qui leur font obstacle, j'en reconnais la probabilité. Les apparences de facules y donnent créance, et les ponts lumineux seraient des émanations de ce bourrelet qui, d'ailleurs, doit être dans un état de grande agitation, de bouillonnement, de boursouflure, comme toute surface de liquide incandescent. Je ne saurais trop recommander l'étude comparative de la surface d'un bain d'alliage de métaux, de laiton par exemple, comme pouvant faire présumer ce qui se passe dans la fournaise solaire, en ayant soin d'y introduire la notion d'une densité très-inférieure et d'une température beaucoup plus élevée.

» Quant à déterminer cette température, nous ne pouvons y songer jusqu'ici. Les limites de 1400 degrés d'un côté, de 10 millions de l'autre, nous laissent dans un vague absolu. Lorsque la science aura fixé quelque chiffre tant soit peu précis à cet égard, on pourra examiner si nous connaissons des substances assez réfractaires pour résister à la fusion dans ces conditions; mais, n'en connussions-nous aucune, cela ne suffirait pas pour conclure à leur non-existence. La Chimie solaire n'est point encore fort avancée; en transportant à la surface du Soleil nos notions de Mécanique et de Physique terrestres, nous

acquérons des notions très-importantes; mais il y a de vastes champs qui restent encore inexplorés.

» Je trouve pour la première fois, dans une Note de M. S.-P. Langley (*Monthly Notices*, t. XXXIV, n° 5, p. 260), mention d'un fait qui m'a souvent frappé dans l'examen des phénomènes photosphériques : je veux parler des apparences de cristallisation que présentent certains détails dans la formation des taches. Mon instrument étant de dimensions fort restreintes, je n'ai pas osé parler de mes observations, sachant par expérience combien un grossissement considérable modifie l'aspect desdits phénomènes, et fait voir des appendices, des contours adoucis, floconneux, là où un instrument de pouvoir faible accuse des lignes ou des accidents bien définis et arrêtés. Je n'ai donc point parlé des dessins de la fin de mars 1873, par exemple, où cette forme cristallisante était très-marquée sur de belles taches, visibles plusieurs jours de suite et se modifiant incessamment; mais, suivant des procédés rappelant bien plutôt des dépôts minéraux ou salins, ou certaines gemmations, que l'action de tourbillons. Si M. Langley, avec un réfracteur de 13 pouces, constate les mêmes apparences, cela m'enhardit à arguer de ses observations, et je me trouve mieux placé pour parler de « scories ».

« La composition si bizarre de la photosphère qu'il nous dépeint, son apparence filamenteuse, granuleuse, où les courants qui s'y produisent indubitablement se manifestent à l'œil si difficilement, et sont, en tout cas, beaucoup plus lents qu'on aurait pu le penser, est encore une présomption en faveur de l'analogie avec un bain d'alliage métallique en fusion, recouvert de brillantes émanations gazeuses. Si cette théorie est ancienne, je ne vois pas pourquoi on lui dénierait toute « valeur scientifique ». Le terme me paraît dur, mais, à vrai dire, il ne me décourage pas. Je répète mon aveu d'il y a dix ans : Nous sommes encore sur le terrain de l'hypothèse, mais cette hypothèse me plaît par sa simplicité ; et sans que ses détails en soient tous expliqués, elle n'est en contradiction avec aucun fait observé ni avec aucune loi physique. »

» Malgré les adhésions assurément très-considérables, au point de vue purement astronomique, dont M. Gautier est bien en droit de se féliciter, je ne crois pas qu'il soit utile de reprendre la discussion de cette hypothèse. La question solaire a changé de face dans ces derniers temps : elle est tout entière désormais dans celle de l'identité des taches avec nos tourbillons. Il y a longtemps que cette identité aurait frappé tous les esprits, si l'on n'avait propagé sur nos trombes, tornados, cyclones, etc., les théories les plus singulières. C'est là l'obstacle contre lequel je dois diriger mes efforts, sans m'arrêter à discuter les hypothèses contradictoires qui se partagent encore l'attention des astronomes. Si M. E. Gautier voulait bien un moment laisser de côté ces hypothèses, pour s'occuper du côté mécanique de la question, il verrait bien vite que son objection sur la durée, souvent très-longue, des cyclones solaires n'est fondée ni en théorie ni en fait; car, d'une part, en fait, les cyclones terrestres durent souvent des semaines entières, malgré l'obstacle du sol où s'absorbe incessamment la force vive qui les

alimente; et, d'autre part, sur le Soleil où cet obstacle n'existe pas, les différences de vitesse des couches superficielles, qui donnent naissance à ces tourbillons, dépendent d'une cause mécanique bien plus générale et bien plus persistante que cela n'a lieu dans notre atmosphère. Nos cours d'eau lui offriraient d'ailleurs des exemples encore plus frappants de la persistance de certains mouvements de ce genre, à côté d'exemples encore plus nombreux où ces phénomènes n'ont qu'une durée très-restreinte, absolument comme dans notre atmosphère et sur le Soleil.

» Quant à l'avantage que M. E. Gautier possède, et que je lui envie, de pouvoir observer tous les jours ces beaux phénomènes sur le Soleil, je me bornerai à dire que s'il veut bien publier ses observations, dont je sens d'avance tout le prix, je tâcherai de lui prouver qu'elles vérifient, presque à chaque pas, la théorie qu'il repousse, bien loin d'y contredire. »

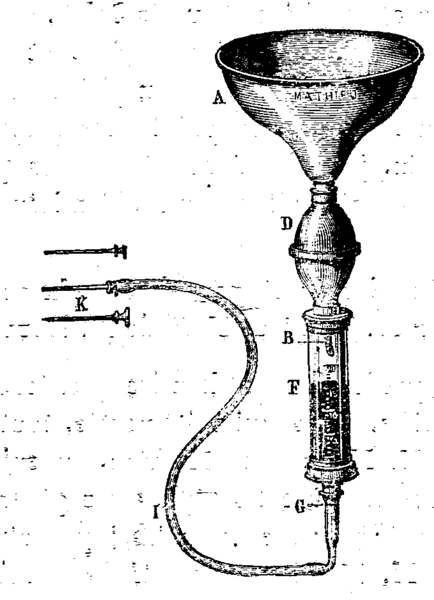
CHIRURGIE. — *Nouvel appareil pour la transfusion du sang, proposé par M.* Mathieu. Note de M. **Bouley.**

« Les discussions auxquelles donnent lieu les questions de priorité sont ordinairement assez stériles. Celle qui a été portée, tout récemment, devant l'Académie, par MM. Moncoq et Mathieu, au sujet des appareils transfuseurs, va faire exception à cette règle assez générale. La décision qu'une Commission nommée par vous a soumise, il y a quinze jours, à votre appréciation, a été pour M. Mathieu un motif de chercher à faire mieux que M. Moncoq, dont l'appareil avait été reconnu, par votre Commission, supérieur à ceux que M. Mathieu avait inventés, et voici celui qu'il propose aujourd'hui.

» Dans cet appareil nouveau, tout mécanisme est supprimé. Il n'y a plus de corps de pompe, ni de piston, dont le fonctionnement ne peut avoir lieu que par l'intermédiaire d'une huile avec laquelle le sang à transfuser doit être mis nécessairement en rapport immédiat.

» Cet appareil est constitué par un récipient en verre (F), communiquant avec l'entonnoir (A) dans lequel le sang doit être versé, à l'aide d'un tube de verre également, auquel est ajusté un petit tube de caoutchouc (B), faisant l'office d'une soupape à anches. Entre l'entonnoir et le récipient, est disposée une ampoule de caoutchouc (D), que traverse le tube de communication de l'un à l'autre. Cette ampoule, qui est exclusivement un réservoir à air, communique par un trou avec le récipient en verre, et sa compression a pour effet de chasser de celui-ci une quantité d'air proportionnelle à la

capacité de l'ampoule elle-même. Quand elle revient sur elle-même, en vertu de son élasticité, elle aspire une partie de l'air du récipient, et y produit une diminution de pression qui est la condition pour que le sang, versé dans l'entonnoir, force la résistance de la soupape à anches, et s'introduise dans le récipient. Que si, au moment où celui-ci est à moitié rempli, on exerce une pression sur l'ampoule en caoutchouc, l'air qu'elle contient, refoulé dans le récipient, presse sur la colonne liquide, à la manière d'un piston, et la chasse dans le tube (G) de conduite du récipient vers la veine. Quand, ce premier résultat produit, on laisse l'ampoule revenir sur elle-même, elle aspire l'air du récipient, un vide relatif s'y produit, le sang y est appelé, et il en est expulsé par une nouvelle pression exercée sur l'ampoule : l'élasticité de celle-ci est donc l'unique ressort moteur de cet appareil. L'ampoule exerce alternativement une action d'aspiration de l'air du récipient dans sa cavité intérieure et une action de refoulement de cette cavité dans celle du récipient; et c'est ce va-et-vient de la colonne d'air d'une cavité dans l'autre qui est la condition du mouvement imprimé au sang, dans un sens déterminé par la disposition des soupapes, ce liquide, aspiré, pour ainsi dire, dans le récipient, quand l'ampoule se dilate, en étant refoulé ensuite quand on exprime de l'ampoule l'air qu'elle renferme.



» Tel est ce mécanisme, qui est une simplification et qui me paraît un progrès. Probablement qu'il trouvera son application dans d'autres appareils destinés à faire des injections dans les cavités du corps humain. »

THERMODYNAMIQUE. — *Idées générales sur l'interprétation mécanique des propriétés physiques et chimiques des corps* [suite (1)]; par M. A. LEDIEU.

§ IV. — ROLE DES ÉLÉMENTS DISPONIBLES DES VIBRATIONS ATOMIQUES POUR CARACTÉRISER LES DIVERS ÉTATS PHYSIQUES ET LES DIFFÉRENTES PROPRIÉTÉS D'UN CORPS.

« Dans ce qui suit, nous nous occuperons particulièrement des *corps à molécules*, en remarquant que tout ce qui les concerne convient aux *corps sans molécules*, pourvu que, dans ces derniers, la vibration de chaque atome soit considérée comme formant avec ses éléments un système distinct.

» Pour une température donnée, l'*organisation mécanique* de chaque molécule d'un corps dépend évidemment des éléments des vibrations atomiques que laisse disponibles la caractérisation de la température. Il est, au surplus, supposable, d'après ce qu'indique la Chimie, que cette organisation est *identique* pour toutes les molécules du corps, considérées à un même instant.

» En étudiant le *viriel intérieur* des *gaz naturels*, on est conduit à admettre que tout changement de température, sous volume constant, amène une modification dans l'organisation mécanique des *molécules*. Par ailleurs, la pression augmentant alors sans que la densité change, et par conséquent sans qu'il y ait variation du nombre des atomes actionnant chaque élément de surface de l'enveloppe, la modification en question doit entraîner un changement dans le degré des rapprochements successifs des atomes voisins des deux corps.

» Nous conclurons de là que cette modification doit aussi amener un changement dans les rapprochements analogues de molécule à molécule, à l'intérieur de la masse gazeuse, puisque le volume de cette masse est invariable. Dès lors, ladite *modification* ne saurait consister que dans un changement d'étendue et, conséquemment aussi, de forme des trajectoires de vibration des atomes de chaque molécule, soit dans un changement de volume de celle-ci, en entendant par *volume d'une molécule* la plus petite surface convexe enveloppant toutes les trajectoires en question. Du reste, cela se conçoit naturellement, si l'on songe que les changements de la température, et par suite des vitesses de parcours des atomes d'une même molécule le long de leurs trajectoires, ne sauraient évidemment se

(1) Voir les *Comptes rendus* du 11 mai. (Dans ce premier article, lire *aussi* au lieu de *a fortiori*, à la 1re ligne du 4e alinéa du § I.)

produire sans réagir sur un plus ou moins grand nombre des éléments de ces lignes. Aussi est-il présumable qu'outre l'étendue et la forme des trajectoires de vibration, ces changements doivent encore influencer la loi de la variation, pour chaque parcours de trajectoire, des forces vives vibratoires correspondant à une force vive moyenne donnée.

» D'un autre côté, le *travail intérieur* des gaz naturels est très-faible pour tout changement de volume *sous température constante*, en d'autres termes quand la pression varie par le seul fait du changement de la densité du gaz sans intervention de travail extérieur, comme dans l'expérience bien connue de Gay-Lussac, renouvelée par Joule. On regarde même ce travail comme nul dans les *gaz parfaits*. Il résulte de là que, dans la condition dont il s'agit, il n'y a ni travail dû au déplacement des molécules les unes par rapport aux autres, ni travail dû au changement dans la constitution mécanique de chaque molécule, attendu que, ces deux sortes de travaux n'ayant entre eux aucune corrélation immédiate, il n'est pas présumable qu'ils puissent s'entre-détruire au moins d'une manière générale.

» De la constance de ladite constitution des molécules pour une même température on déduit aisément que la pression d'un gaz parfait est proportionnelle à sa densité, ce qui n'est autre chose que la loi de Mariotte; mais le travail intérieur n'étant pas nul et, par suite, la constance en question n'existant pas, en général, pour les gaz naturels, cette loi ne leur est plus rigoureusement applicable, au moins en toutes circonstances.

» Et, en effet, en résumant ses beaux travaux sur les gaz naturels, M. Regnault a admis en principe que, pour une *certaine* température déterminée propre à chacun d'eux et inégale de l'un à l'autre, la loi de Mariotte convient rigoureusement dans des limites de pression très-étendues. Mais qu'au-dessous ou au-dessus de cette température la pression, quand elle augmente, se trouve toujours inférieure ou supérieure à la pression calculée.

» Que conclure de là, sinon que pour les gaz naturels, lorsque leur densité change *sous température constante*, chaque molécule a son volume qui, aux environs de la *certaine* température en question, demeure invariable, quelle que soit la densité; mais qui, pour des températures inférieures ou supérieures à la précédente, varie en sens inverse ou dans le même sens que la densité, dans d'extrêmement faibles proportions du reste.

» Par ailleurs, reportons-nous aux expériences de MM. W. Thomson et Joule sur le travail intérieur des gaz naturels sous température constante, et d'où il résulte que ce travail est d'autant plus faible, qu'il s'agit de gaz se rapprochant davantage de la loi de Mariotte.

» Nous déduirons de ces expériences, jointes à ce qui précède concernant ladite loi, que le faible travail intérieur en question doit s'attribuer presque en entier, sinon exclusivement, à des modifications de la constitution mécanique des molécules entraînant, du reste, leur changement de volume.

» En ce qui concerne les *solides* et les *liquides*, d'après la loi *rectifiée* de Wœstyn, on est à même, comme l'a fait M. Hirn dans la 2e édition de son *Exposé analytique de la théorie mécanique de la chaleur*, d'avoir sinon la valeur exacte, du moins une limite supérieure de la chaleur spécifique absolue pour ceux de ces corps dont les éléments peuvent s'obtenir à l'état gazeux. On peut comparer cette limite avec la chaleur spécifique sous *volume constant* tirée très-approximativement de la chaleur spécifique vulgaire, ainsi qu'il est indiqué dans l'appendice de la *Théorie mécanique de la chaleur* de Zeuner. De la quantité notable dont en général la chaleur spécifique sous volume constant surpasse la limite en question, on déduit, comme pour les gaz, que tout changement de température d'un solide ou d'un liquide *sous volume constant* entraîne une modification dans l'organisation mécanique de chaque molécule. Et, par analogie, il y a tout lieu d'admettre que cette modification consiste en un changement d'étendue et de forme des trajectoires de vibration des atomes de chaque molécule, accompagné très-probablement d'un changement dans la loi de la variation, pour chaque parcours de trajectoire, des forces vives vibratoires relatives à une même force vive moyenne.

» D'autre part, on sait encore, pour les *solides*, que le travail intérieur propre à tout changement de volume *sous température constante* peut être considérable; et alors il doit y avoir à la fois travail dû au déplacement des molécules les unes par rapport aux autres, et travail dû à une modification de la constitution mécanique des molécules. En comparant ce qui se passe ici avec ce qui a lieu dans les mêmes circonstances pour les gaz, il semble plausible d'admettre que le second des travaux en question prend, en général, une certaine valeur de même ordre que celle qui convient au gaz, et, par conséquent, très-faible; dès lors, ce serait le premier desdits travaux qui influerait le plus sur le travail intérieur total.

» Le caractère distinctif des *solides*, par rapport aux gaz, consisterait donc en ce que leurs molécules ne sauraient se déplacer entre elles sans qu'il se produise un travail intérieur considérable. Mais, comme pour les gaz, le changement de volume lui-même serait surtout caractérisé par un changement dans l'écartement des molécules.

» Pour les *liquides*, ce qui concerne les solides leur est applicable, tant

qu'il s'agit du rapprochement de leurs molécules; mais l'extrême mobilite de celles-ci indique que le travail intérieur relatif à leur écartement les unes des autres est sensiblement nul, et qu'elles ne subissent alors aucune modification.

» Par ailleurs, dans le *passage de l'état solide à l'état liquide*, la variation notable $\Phi' - \Phi$ qu'éprouve l'énergie potentielle indique qu'il se fait un changement dans l'organisation mécanique des molécules, avec modification probable de leur volume. Il doit certainement y avoir aussi dérangement dans le groupement des molécules, surtout eu égard à la variation de volume du corps, consistant parfois en une contraction, qui accompagne d'ordinaire la liquéfaction, et qui, bien que toujours très-restreinte, n'exige pas moins un certain travail, d'après ce que nous venons de dire pour les variations de volume des solides.

» D'autre part, dans la *transformation d'un liquide en vapeur*, la variation considérable de l'énergie potentielle nécessitée par le phénomène considéré à température constante, et abstraction faite du travail extérieur engendré en même temps que la vaporisation s'effectue, prouve qu'il y a un changement dans l'organisation mécanique des molécules, entraînant probablement une variation de leur volume. Mais le groupement même de celles-ci ne joue plus ici qu'un rôle secondaire, attendu que, d'après ce qui a été dit il y a un instant pour les *liquides*, l'écartement des molécules n'exige que peu ou point de travail.

» Conséquemment, dans l'ordre d'idées où nous nous plaçons, le *changement d'état physique* d'un corps serait dû tant aux modifications du groupement des molécules inhérentes à l'augmentation ou diminution du volume du corps, qu'aux modifications d'organisation mécanique de celles-ci avec variation d'étendue, indépendamment des effets de ce dernier ordre dus au changement de température qui accompagne d'ordinaire le phénomène.

» De son côté, l'*orientation* des molécules entre elles semblerait tout naturellement appelée à caractériser la *cristallisation* des corps ou leur *état amorphe*, et à engendrer le *dimorphisme*.

» Au surplus, les éléments des vibrations dont nous nous occupons doivent encore, dans leurs modifications, faire varier quelques autres propriétés des corps, telles que la couleur, la transparence ou la diathermancie, qu'il semble assez naturel de regarder comme dépendant des éléments 3°, 4° et 6° du § III.

» Quant à la *rotation possible des atomes* sur eux-mêmes, tout en étant

susceptible de jouer un certain rôle dans un plus ou moins grand nombre des phénomènes précités, elle pourrait servir à expliquer diverses propriétés spéciales d'un corps, lumineuses, électriques et magnétiques, en y joignant l'action de l'éther, qu'il est rationnel de supposer vibrant à l'intérieur de chaque molécule, au milieu des atomes pondérables de celle-ci.

§ V. — Role des éléments disponibles des vibrations atomiques pour différencier les corps entre eux. Mode de concevoir, dans notre théorie, la constitution de toute molécule, ainsi que la nature et les fonctions de l'éther.

» Reportons-nous maintenant à la loi d'Avogadro et d'Ampère, relative à l'égalité du volume des molécules de tous les gaz et de toutes les vapeurs sous une même pression et à une même température, et en particulier des molécules des substances allotropiques et isomériques, qui, en fait, correspondent, ainsi que nous l'avons déjà dit au § II, à un même corps dans divers états chimiques. Cette loi n'a pas jusqu'à ce jour présenté d'anomalies qui n'aient été expliquées, pourvu que le gaz ou la vapeur considérée n'ait subi aucun commencement de *dissociation*. Elle peut dès lors être regardée comme générale. Nous en conclurons déjà que l'*allotropie* ou l'*isomérie*, abstraction faite de la *polymérie*, doit consister dans les différences d'organisation mécanique de molécules renfermant, *sous un volume égal*, un même nombre d'atomes respectivement de même *essence* et de même *masse*, en d'autres termes, de molécules identiques quant à leur composition *brute*.

» D'après cela, les corps *allotropiques* ou *isomériques* se distingueraient entre eux par la diversité d'orientation, les unes par rapport aux autres, des trajectoires de vibration des atomes composant leur molécule, et peut-être aussi par les modifications de forme de ces trajectoires, et par le changement de la loi de la variation des forces vives de parcours.

» Les éléments et circonstances particulières du mouvement vibratoire que laisse disponible la spécification de l'état thermométrique des corps servent encore à différencier entre elles les substances soit *tout à fait étrangères*, soit *polymériques*, comme ils servent à différencier les divers états physiques ainsi que allotropiques ou isomériques d'un même corps, d'autant que ces éléments et circonstances dépendent non-seulement de la *masse* et de l'*essence* des atomes constituant chaque molécule, mais encore de leur *nombre*.

» En somme, dans notre théorie, chaque molécule d'un corps représenterait un *tout* offrant une organisation mécanique parfaitement réglée,

avec la force vive moyenne de vibration caractérisant la température et variant avec elle. Ce serait une sorte de monde infinitésimal formant un système embrassant une étendue déterminée, variable surtout avec la température et l'état physique des corps, et un peu avec leur densité.

» D'autre part, en vertu de la loi susmentionnée d'Avogadro et d'Ampère, cette étendue serait la *même*, toutes choses égales d'ailleurs, pour les corps *allotropiques* et *isomériques*, et à égalité de pression et de température, pour toutes les substances, au moins à l'état de gaz ou de vapeur.

» Chaque monde moléculaire serait formé d'un plus ou moins grand nombre d'atomes suivant les corps. Il aurait, comme notre univers, ses éléments de mouvement satisfaisant à des conditions de stabilité nettement définies, et susceptibles au surplus d'être influencées par la rotation des atomes sur eux-mêmes si elle existe, et dans tous les cas, par l'action des molécules voisines, au moins pour les solides.

» Nous sommes heureux de rappeler à ce propos que l'illustre chimiste, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a émis, il y a déjà trente ans, une semblable opinion dans ses *Mémoires de Chimie*, en assimilant les molécules des corps à des systèmes planétaires. Telle était aussi l'opinion du célèbre Cauchy.

» Il nous reste à ajouter que, dans notre théorie, nous regardons l'*éther* comme composé d'atomes *matériels* vibrants, et que la portion existant à l'intérieur de tout corps doit être considérée comme un système qui se superpose, pour ainsi parler, au système formé par les atomes pesants du corps; en d'autres termes, les *atomes d'éther logés* dans le corps décrivent des trajectoires de vibration, qui se coordonnent avec celles que parcourent les atomes pesants en question.

» Pour tout dire, l'éther serait, selon nous, une substance de même nature que les substances *pondérables*. Il posséderait les mêmes propriétés générales que celles-ci; et ses différences avec elles, plus apparentes que réelles, tiendraient tant à l'espèce des fonctions des distances qui mesurent l'action moléculaire de ses atomes entre eux et sur les atomes pesants, qu'à la petitesse relative de sa masse atomique. De ces deux causes résulterait la propriété dont il jouit de pénétrer tous les corps pesants. En outre, à la première de ces mêmes causes serait due l'*extrême élasticité* qu'on accorde à l'éther; à la seconde devrait s'attribuer l'*impondérabilité* de cette substance, impondérabilité essentiellement *relative*, ce qui, selon toute vraisemblance, sera prouvé expérimentalement, un jour ou l'autre, par quelque physicien de génie.

» Nous avons établi à plusieurs reprises, dans nos Communications antérieures, que l'éther jouissait de la propriété de ne jamais produire que du *travail vibratoire* sur les atomes pesants qu'il actionne, et cela à cause précisément qu'il enveloppe de toutes parts chacun de ces atomes, en vibrant autour de lui suivant des trajectoires orientées sans loi déterminée. Cette propriété explique son rôle capital dans la transmission de la chaleur par *rayonnement* ou par *contact*. En introduisant sous cette forme l'action de l'éther dans l'équation générale des forces vives appliquée à la Thermodynamique, on arrive aux résultats les plus importants.

» En réponse à une Communication de M. Clausius, nous avons, dans les *Comptes rendus* du 23 février 1874, fait ressortir que ce savant n'avait pas tenu compte, dans ses formules relatives à la démonstration purement mécanique de l'équation $\int \frac{dQ}{T} = 0$, de la propriété en question, qui caractérise les actions moléculaires engendrant de la chaleur proprement dite, et que, dès lors, ces formules nous paraissaient incomplètes, au moins dans leur établissement. Nous serions heureux que l'éminent géomètre voulût bien nous donner une explication qui puisse soit nous confirmer dans notre idée, soit nous la faire modifier en faveur d'une autre plus satisfaisante.

§ VI. — Examen de l'hypothèse de l'unité d'essence et de l'unité de substance pour tous les corps de la nature.

» Si la loi des actions mutuelles des atomes était supposée la même pour toutes les substances, cette hypothèse reviendrait à admettre l'*unité d'essence* de la matière. Les atomes des diverses substances ne différeraient plus alors entre eux que par leurs masses.

» Si, à l'hypothèse d'*identité d'essence* des atomes, on joignait l'égalité de leurs masses, on arriverait à l'*unité de substance*.

» En pareille conjecture, tous les corps ne renfermeraient, en définitive, qu'une seule espèce d'atomes *primitifs*, identiques entre eux comme *essence* et comme *masse*. Leurs différences, tant physiques que chimiques, devraient s'attribuer en entier aux divers éléments et circonstances du mouvement vibratoire indépendants de l'état thermométrique; et alors toutes les substances de la nature seraient évidemment *allotropiques* ou au moins *polymériques*.

» Mais, d'après les lois rectifiées de Dulong et Petit et de Wœstyn, l'égalité de masse desdits atomes primaires entraînerait l'égalité des poids atomiques des corps simples actuels; car, en nous reportant aux formules

$KI = (n + n' + \dots) ki$, et $K_1 I_1 = (n_1 + n'_1 + \dots) ki$ de notre Note des *Comptes rendus* du 5 janvier dernier, supposées appliquées aux corps en question regardés comme *décomposables* en atomes primaires, il viendrait $n + n' + \dots = n_1 + n'_1 + \dots$, puisque pour ces corps l'expérience donne, au moins en général, et après substitution des chaleurs spécifiques *absolues* aux chaleurs spécifiques *vulgaires*, $KI = K_1 I_1$. Conséquemment, ils renfermeraient le même nombre d'atomes primaires dans leurs atomes complexes actuels, qui dès lors devraient avoir même poids, à cause de l'égalité de masse desdits atomes primaires.

» On pourrait encore dire : de cette égalité de masse, il résulterait évidemment $I = (n + n' + \dots) i$, et $I_1 = (n_1 + n'_1 + \dots) i$. Or on déduirait de là $K = k$, et $K_1 = k$, et par suite $K = K_1$. En d'autres termes, tous les corps simples actuels devraient avoir même chaleur spécifique absolue, ce qui n'est pas.

» Donc, de l'un ou l'autre des deux raisonnements précédents, nous conclurons que l'*unité de substance* est impossible à admettre.

» Nous verrons ultérieurement que, de son côté, l'*unité d'essence* ne peut pas cadrer avec l'explication mécanique des principes de la Chimie moderne sur l'*atomicité*.

» Ces résultats ne concordent pas avec le dernier alinéa de 3°, § VI de notre Note précitée du 5 janvier dernier; mais la supposition que renferme cet alinéa était toute gratuite, et ne découlait pas des considérations antérieures contenues dans la Note.

» C'est en examinant si elle s'alliait avec les lois et les principes susmentionnés, que nous sommes arrivé aux présentes conclusions sur l'impossibilité de l'*unité de substance* et de l'*unité d'essence*.

» Toutefois ces conclusions n'infirment pas la supposition que les atomes des corps simples actuels soient décomposables en d'autres éléments *primaires;* mais alors ces éléments, tout en pouvant être identiques pour le même corps simple, devraient varier d'*espèce*, au moins en partie, d'un corps à l'autre.

» Les résultats que nous venons d'énoncer sont d'accord avec la manière de voir que M. Berthelot a émise dans sa remarquable étude sur l'isomérie, et a reproduite dans des Communications récentes à l'Académie. »

« M. **Wurtz**, à l'occasion du Mémoire de M. Ledieu, sur l'interprétation mécanique des propriétés physiques et chimiques des corps, appelle l'attention sur la simplicité et la grandeur de la conception théorique, qui

consiste à chercher dans les mouvements atomiques et moléculaires la source des forces qui résident dans la matière, et en particulier la cause des manifestations diverses des forces chimiques, affinité et atomicité. Il fait remarquer que l'idée de comparer les molécules chimiques à des systèmes planétaires a été exposée par M. Dumas il y a plus de trente ans (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXIII, p. 113; 1840). Il y a lieu de se féliciter que ces idées, fondées sur des considérations purement chimiques, aient pris aujourd'hui assez de corps pour que les géomètres puissent les soumettre au calcul. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Note sur quelques observations thermométriques pendant l'hiver, dans les Alpes;* par M. E. FRANKLAND.

« Les villages de Davos-Dörfli et de Davos-Platz, situés dans la vallée de Prätigaü, canton des Grisons en Suisse, ont acquis une réputation considérable comme stations de santé pour les personnes atteintes de maladies de poitrine. Ces villages sont placés à une hauteur d'environ 1650 mètres au-dessus de la mer et, par conséquent, à 150 mètres seulement plus bas que le sommet du Rigi. Le climat, pendant l'été, à Davos, est à peu près le même qu'à Potresina et à Saint-Moritz, dans les vallées élevées de l'Engadine, c'est-à-dire froid et éventé; mais sitôt que le Prätigaü et les montagnes environnantes se couvrent de la neige épaisse qui se maintient pendant tout l'hiver, comme cela a lieu dès le commencement de novembre, les conditions changent, et le climat de l'hiver devient très-remarquable. Le ciel est généralement sans nuage, et les rayons du soleil, quoique très-énergiques, étant cependant impuissants à fondre la neige, ont peu d'influence sur la température de la vallée ou des montagnes environnantes. En conséquence, il n'y a pas de courants d'air échauffé, et, comme la vallée est bien abritée des mouvements atmosphériques plus généraux, un calme complet s'établit jusqu'à la fonte des neiges, au printemps. J'ai passé une quinzaine de jours à Davos-Dörfli, pendant l'hiver dernier. J'y étais arrivé le 20 décembre 1873. Il y avait alors deux ou trois pieds de neige sur toute la partie plate de la vallée. J'ai commencé des observations thermométriques, dès le lendemain de mon arrivée, au moyen d'instruments qui avaient été préalablement vérifiés à l'Observatoire de Kiew. Les observations correspondantes m'ont été obligeamment fournies par M. Glaisher, de l'Observatoire royal. Les instruments employés étaient un thermomètre à mercure à boule noircie, dans le vide, pour la température solaire et un thermo-

mètre à mercure, à boule nue, à verre noir, pour la température à l'ombre. Le soleil se leva à Davos-Dörfli, le 21 décembre, à $8^h 35^m$, et se coucha à $3^h 25^m$ après midi. Les observations ne furent faites que pendant le jour.

» Le 21 décembre, le soleil était alternativement clair ou obscurci par des nuages. La température maxima au soleil était 45 degrés C. et la température au soleil, le même jour à Greenwich, était 21°,9 C.

» Le 22 décembre, le ciel fut bleu foncé et sans aucun nuage pendant tout le jour. Quinze minutes avant le lever du soleil, le thermomètre marquait, sur la neige, — 18°,3 C.; cinq minutes après le lever du soleil, beaucoup des malades de l'hôtel se promenaient au grand air, sans être très-couverts et beaucoup d'entre eux sans aucun par-dessus. On se trouvait fort à l'aise et très-chaudement assis, devant l'hôtel, avec un simple vêtement du matin. Le thermomètre, au soleil, passa pendant cette journée de 22° degrés C., à $8^h 45^m$ du matin, à 43 degrés C., à $1^h 45^m$ après midi. A l'ombre, il ne marqua jamais plus de — 1° C. Un thermomètre ordinaire placé dans une petite boîte de bois garnie de drap noir ouaté et couverte d'une glace de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur s'éleva à 105 degrés C. Ainsi, au milieu de l'hiver, les rayons non concentrés du Soleil, à Davos, sont capables de produire, dans des circonstances favorables, une température de 5 degrés C. au-dessus du point d'ébullition de l'eau, au niveau de la mer, ou même de 12 degrés C. au-dessus de ce point, à Davos où j'ai fait bouillir l'eau à 93 degrés C. pendant que le baromètre était à 627^{mm},3.

» Les observations faites les jours suivants, jusqu'au 4 janvier, furent de même nature. Le ciel resta presque constamment sans nuages et le Soleil très-brillant. Le 24 décembre, je montai au sommet de la passe de Huela, ~~qui~~ est à 755 mètres au-dessus de Davos, mais je ne trouvai pas la température ~~du soleil remarquablement~~ plus élevée à cette altitude. Le 30 décembre, à 8 heures du matin, le thermomètre sur la neige marquait — 26° 4', et pendant tout le jour il ne s'éleva pas plus haut à l'ombre que — 12°,8 C.; cependant, la température au soleil, passa de 25°,5 C. à 9 heures du matin, à 38°,5 C. à $1^h 30^m$ après midi, et la chaleur fut suffisante pour permettre aux malades de rester assis dehors, pendant tout le jour, et de prendre leur goûter en plein air. A Greenwich, la températnre la plus élevée au soleil, pendant cette journée, fut de 22°,9 C. et la plus basse à l'ombre, en y comprenant la nuit, fut — 4°,9 C.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces observations, c'est premièrement une température très-élevée au soleil coïncidant avec une température très-basse dans l'air et à l'ombre; secondement l'uniformité

comparative de la chaleur solaire depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher. Ainsi, le 29 décembre, tandis que la température de l'air était — 18°,1 C., le thermomètre au soleil donnait + 37° C. et, le jour suivant, la température de l'air étant de — 12°,8 C., celle du soleil s'éleva à 38°,5 C. La température du Soleil observée le 26 décembre donne encore un exemple de l'uniformité de la radiation solaire pendant le jour, quand le ciel reste sans nuages. Vingt-cinq minutes après le lever du soleil, le thermomètre solaire indiquait 31°,8 C.; à midi, il donnait 42°,5 C., et trente-cinq minutes avant le coucher du Soleil il indiquait 33°,1 C.

» Indépendamment de l'intensité de la radiation solaire et de son uniformité comparative pendant le jour, la raréfaction et le calme de l'air sont des causes importantes du climat particulier de Davos. Le baromètre étant maintenu à un point si bas, le poids de l'air en contact avec une surface donnée de la peau est à peu près d'un cinquième moins considérable qu'il ne le serait au niveau de la mer. La sécheresse excessive de l'air à Davos a probablement peu d'influence sur la sensation de chaud et de froid, parce que la proportion maximum de vapeur aqueuse que l'air contient vers zéro est faible partout, et que les chaleurs spécifiques de volumes égaux d'air et de vapeur aqueuse ne sont pas très-différentes. D'un autre côté, l'absence de toute particule d'eau en suspension dans l'air a une influence considérable pour prévenir le refroidissement de la peau. Ces particules d'eau n'existent pas seulement dans le cas d'un brouillard visible; l'air peut en contenir en très-grande quantité, même lorsqu'il conserve sa transparence. La réflexion des rayons solaires sur la neige a aussi une influence très-importante sur la température du Soleil.

» Lorsque j'étais à Ventnor, dans l'hiver de 1872-1873, je remarquai qu'une partie considérable de la chaleur totale, qui arrivait à une maison située sur un rocher près du rivage, était réfléchie par la mer. M. Dufour a depuis lors fait la même observation entre Lausanne et Vevay sur le lac de Genève (*Comptes rendus*, 30 juin 1873), et a mesuré la proportion de chaleur directe et réfléchie sur cinq points différents du rivage nord du lac.

» Le climat particulier de Davos, en hiver, paraît donc dépendre des conditions suivantes :

» 1° *Élévation au-dessus de la mer;*

» 2° *Neige épaisse et permanente pendant les mois d'hiver* qui réfléchit la chaleur du Soleil et prévient l'échauffement de l'air;

» 3° *Position abritée, favorable pour recevoir les rayons du Soleil, soit directs, soit réfléchis.*

» Dans ces remarques, je me suis strictement maintenu au point de vue physique; mais le malade qui cherche un refuge dans les Alpes y respire un air qui, ainsi que M. Pasteur l'a démontré, est bien plus pur de spores ou ferments que dans les parties basses, circonstance qui n'est probablement pas sans influence sur sa santé. »

M. **Cosson** fait hommage à l'Académie de sa « Notice biographique sur M. Antoine-François Passy », lue à la séance trimestrielle de l'Institut de France.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *de la Rive*.

Au premier tour de scrutin le nombre des votants étant 49,

M. Tchébychef (Tschebytschew) obtient.	26	suffrages.
M. de Baer	13	»
M. de Candolle.	8	»
M. Ollier.	1	»
M. Tholozan	1	»

M. **Tchébychef**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de feu M. *Guyon*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Ollier obtient.	37	suffrages.
M. Tholozan	6	»
M. Desgranges.	3	»
M. Stolz	1	»

M. **Ollier**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'influence des ferments sur les maladies chirurgicales* (deuxième Note); par M. ALPH. GUÉRIN. (Extrait.)

« Dans une précédente Communication, j'ai dit que, dans le pansement que j'ai institué pour les grandes plaies, le pus ne renferme pas les éléments de la fermentation putride. J'ai, en effet, maintes et maintes fois, constaté qu'après un séjour de trente ou quarante jours dans la ouate le pus est sans odeur. Il a donc manqué des conditions qui président à la fermentation; on a pu croire que cela tenait à ce que la plaie était mise à l'abri du contact de l'air. Il n'en est rien, et il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances bien étendues en Physique pour comprendre que l'air doit être appelé à travers la ouate par la température de 37 degrés qui règne au fond de la plaie. J'aurais pu m'en tenir à ce que la Physique nous enseigne sur la diffusion des gaz. J'ai tenu à répondre péremptoirement à l'objection qui m'avait été faite.

» Quand du pus est mis à l'abri du contact de l'air, il peut être conservé indéfiniment, sans que sa composition subisse la moindre atteinte. Si donc je prouve que le pus enfermé dans la ouate se décompose, j'aurai prouvé que ma méthode diffère absolument de celle de l'occlusion.

» Depuis près de quatre ans, j'ai cent fois fait étudier par des micrographes habiles le pus sécrété sous la ouate à l'abri des ferments atmosphériques, et toujours on a reconnu que ses globules avaient disparu. Ce n'est plus du pus, mais une émulsion graisseuse; on y voit souvent des cristaux en aiguilles qui, parfois, acquièrent de grandes dimensions.

» Il me semble difficile d'expliquer cette transformation, sans faire intervenir l'action de l'oxygène de l'air. Cette intervention est encore prouvée par la nature chimique du pus qui, habituellement neutre, devient acide dans le pansement ouaté.

» On ne peut donc nier que l'air arrive à travers la ouate jusque sur les plaies; mais il y arrive dépouillé de ce qui produit la décomposition putride. Dans la crainte que l'absorption physiologique ne jouât un rôle dans la transformation du pus, j'ai fait une expérience qui me paraît très-concluante. J'ai renfermé du pus dans de la ouate; je l'ai mis dans une chambre chauffée à 20 degrés, et il a subi absolument la même transformation que lorsqu'il est en contact avec la chair vivante.

» Une autre expérience n'a pas moins de valeur : des morceaux de linge imbibés d'une solution d'un sel de plomb sont placés à des profondeurs variables du pansement; on dégage de l'acide sulfhydrique au-dessous, et très-vite les linges deviennent noirs. Enfin, M. Riban, chimiste habile, a bien voulu faire, à ma demande, une expérience analogue; il a réuni deux flacons par un tube qu'il a bourré de ouate dans une étendue de 20 centimètres; puis, ayant mis dans l'un un sel de plomb, il a mis dans l'autre de l'hydrogène sulfuré, sans exercer aucune pression, et, instantanément, la préparation est devenue noire.

» Il est donc démontré que l'air pénètre à travers la ouate, et que son oxygène y produit une décomposition chimique absolument différente de la fermentation putride.

» J'attache une grande importance à prouver que c'est en empêchant le contact des ferments atmosphériques sur les plaies que je suis parvenu à guérir les amputés dans quelque milieu qu'ils se trouvent; car la guérison empirique serait sans doute un événement heureux, mais qui serait sans conséquence pour la pathogénie. L'idée, si elle est vraie, a une bien autre importance.

» Les chirurgiens qui, ayant adopté ma méthode, repoussent la théorie des ferments, n'ont pas maintenu leurs pansements assez serrés pour empêcher le pus de venir au contact de l'air; dans ce cas, le pus se putréfie, répand une odeur repoussante et contient des vibrions.

» Avant d'avoir mûrement réfléchi, quand le pus, traversant le pansement, venait faire tache à l'extérieur, je croyais m'opposer aux conséquences de l'action de l'air en lavant la tache avec de l'acide phénique; mais je compris bientôt que par ce lavage je supprimais le filtre, et j'ai abandonné cette pratique que d'autres ont conservée. Il est une précaution que je n'ai jamais négligée et qui a une grande importance : je lave les plaies avec une solution d'acide phénique ou avec de l'alcool camphré, pour détruire les germes qui pourraient s'y déposer avant l'application de la ouate. Il y a donc des conditions qui ne peuvent pas être négligées impunément, et dont il faut tenir compte quand on veut juger la valeur de la méthode.

» On peut, à volonté, faire que du pus reste inodore dans la ouate, ou qu'il subisse la décomposition putride. Voici des expériences qui me paraissent avoir une valeur réelle : dans l'une, du pus est renfermé dans de la ouate de manière qu'il n'arrive pas au voisinage de l'air extérieur. Au bout de quarante-deux jours, on l'examine et l'on n'y trouve pas le moindre corpuscule animé.

» Dans cette expérience, pour recueillir le pus, de grandes précautions avaient été prises. J'avais préalablement recouvert l'abcès que j'allais ouvrir d'une couche de ouate, à travers laquelle j'avais passé un bistouri; les ferments de l'air n'auraient pu que bien difficilement se mêler au pus.

» Dans une autre expérience, je ne pris pas ces précautions. Je recueillis le pus dans un vase d'où je le versai dans de la ouate dont la couche peu épaisse permit au pus de se rapprocher de l'air extérieur, sans pourtant que l'enveloppe fût tachée. Au bout de trois semaines, le pus avait mauvaise odeur, et il contenait une grande quantité de vibrions.

» Cette expérience se renouvelle d'ailleurs chaque jour à l'hôpital : quand les pansements s'opposent au passage des ferments, il n'y a ni odeur ni vibrions. Quand ils ne sont pas suffisamment surveillés, ils exhalent une odeur infecte, et les vibrions s'y produisent.

» Je repousse donc les résultats annoncés par les médecins qui prétendent que la ouate n'empêche pas les vibrions de se produire dans le pus. D'où viendraient-ils? C'est toujours la question de la génération spontanée, qui ne peut être résolue que par des expériences bien faites.

» Je soutiens qu'il ne se produit pas de fermentation dans le pus qui n'est en contact qu'avec de l'air filtré; je le démontre expérimentalement, et mes expériences sont la confirmation de l'idée qui m'a guidé dans mes recherches.

» Je ne veux examiner dans cette Note que l'influence des ferments sur les plaies; mais, si la thèse que je soutiens est vraie, n'est-il pas évident que l'hygiène des hôpitaux reste tout entière à l'étude?

» Jusqu'ici, on a mesuré la salubrité d'un établissement sanitaire d'après le nombre de mètres cubes d'air qu'il renferme; on a calculé la quantité d'acide carbonique produit, et l'on a cru qu'avec la ventilation on devait diminuer la mortalité d'une manière notable. Je ne nie pas que la ventilation et une grande masse d'air ne soient des conditions favorables; mais, quand on a construit à grands frais un établissement comme l'hôpital Lariboisière, où la ventilation atteint la plus grande perfection, on n'est pas peu surpris d'apprendre que nulle part la mortalité n'est plus grande.

» Si l'on admet avec moi que ce sont des ferments contenus dans l'air qui empoisonnent les blessés, on comprendra que si les poussières qui couvrent les poutres et remplissent les interstices des parquets et des cloisons contiennent des ferments qui n'attendent que des conditions favorables pour devenir actifs, la ventilation qui apporte, sans doute, de l'air pur dans les salles, ne peut pas manquer de les souffler et de mettre les fer-

ments en suspension dans l'air, de manière qu'aucun blessé n'échappe à leur action.

» Les conditions de la fermentation putride me rappellent une observation ingénieuse qui a été faite dans le sein de l'Académie par un de ses Membres les plus éminents; M. Pasteur a pensé que la ouate concentre le pus en absorbant sa partie aqueuse, et lui donne ainsi une consistance qui s'oppose à la fermentation.

» Si je voulais soutenir cette opinion, je dirais que le pus des blessés, à la veille des premières manifestations de l'infection purulente, a une liquidité plus grande que le pus de *bonne nature;* mais on peut répondre que déjà le poison a pénétré l'économie tout entière, et que si le pus est altéré, c'est que le sang est déjà chargé des corpuscules animés qui vont produire des abcès multiples.

» On peut encore dire que, s'il suffisait que la partie liquide du pus fût absorbée pour s'opposer à l'action des ferments sur les plaies, les matières absorbantes dont on s'est servi, de tous temps, pour les pansements, auraient eu plus d'efficacité qu'on ne leur en a reconnu.

» Je ne nie pas l'explication de M. Pasteur, mais je ne saurais dire la part d'influence que la consistance du pus peut avoir sur les résultats obtenus. J'ai, d'ailleurs, commencé des expériences à ce sujet, et je serais heureux qu'elles fussent conformes à l'opinion du savant dont les travaux m'ont guidé dans les ténèbres où nous avions travaillé jusqu'ici. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'acide arsénique et de l'acide molybdique.* Note de M. **H. Debray.**

(Commissaires : MM. Henri Sainte-Claire Deville et Wurtz.)

« L'acide arsénique forme avec l'acide molybdique des combinaisons aussi complexes que les phosphomolybdates, et tout aussi bien définies qu'elles. J'ai montré, en 1868 (1), que l'acide phosphorique s'unissait à l'acide molybdique dans la proportion de 1 équivalent du premier pour 20 du second, pour former un acide jaune, soluble dans l'eau, qui précipite la potasse et l'ammoniaque de leurs dissolutions acides. Le sel am-

(1) *Comptes rendus*, 6 avril 1860.

moniacal jaune, $3AzH^4O, PhO^5 20 MoO^3$ (1) est le précipité bien connu à l'aide duquel on reconnaît ou l'on dose même l'acide phosphorique.

» Cet acide jaune n'est stable que dans des liqueurs neutres ou acides; les alcalis le dédoublent en molybdate alcalin et en phosphomolybdate blanc très-soluble, facilement cristallisable, dont la composition se représente par la formule générale $3RO, PhO^5, 5MoO^3 + Aq$. Les acides détruisent ces sels en reproduisant l'acide phosphomolybdique jaune et une certaine quantité d'acide phosphorique ordinaire. Je rappelle ces propriétés pour bien établir les analogies et les différences des deux séries de composés phosphorés et arséniés que j'ai découverts.

» I. H. Rose a montré que l'acide arsénique peut donner avec le molybdate d'ammoniaque, en solution azotique, un précipité jaune, comme celui que donne l'acide phosphorique ordinaire dans les mêmes circonstances. Il résulte de mes recherches que ce corps, non étudié jusqu'ici, est, comme son correspondant, le sel ammoniacal d'un acide jaune complexe, résultant aussi de la combinaison d'un équivalent d'acide arsénique avec 20 équivalents d'acide molybdique. Sa composition peut être représentée par la formule $3AzH^4O, AsO^5, 20MoO^3$.

» Pour retirer de ce sel l'acide arséniomolybdique jaune, il faut le faire bouillir avec de l'eau régale qui détruit l'ammoniaque; mais cette méthode, qui permet de préparer si facilement l'acide phosphomolybdique, est bien moins avantageuse pour l'acide arséniomolybdique, parce que ce composé se décompose partiellement sous l'influence de l'excès d'acide quand on l'évapore. La matière desséchée à une température plus ou moins élevée se compose toujours d'acide arséniomolybdique jaune non décomposé, d'acide molybdique insoluble et d'un autre acide arséniomolybdique, blanc, beaucoup plus riche que le jaune en acide arsénique. Cette matière est reprise par une petite quantité d'eau qui dissout les deux acides arséniomolybdiques très-solubles, et l'on filtre, après avoir ajouté un peu d'acide azotique pour empêcher la réduction des acides par la matière organique du filtre.

» La liqueur placée sous une cloche à dessécher devient sirupeuse et laisse déposer, peu à peu, un mélange de beaux cristaux jaunes et blancs assez volumineux pour qu'il soit facile de les séparer mécaniquement. J'indiquerai plus loin, pour l'acide blanc, un procédé plus commode de préparation.

---

(1) $H = 1, O = 8, Ph = 31, MoO = 48$.

» On comprendra, d'après ce qui précède, qu'il ne m'ait pas été possible d'obtenir beaucoup d'acide jaune : aussi son étude est-elle encore bien incomplète. Les cristaux de cet acide, obtenus dans des liqueurs nitriques, appartiennent au prisme doublement oblique ; ils retiennent toujours une quantité notable d'acide azotique, qui rend incertaine la détermination de l'eau. La formule probable de cet hydrate est AsO^5, $20MoO^3 + 27HO$ (15,2 pour 100 d'eau) ; mais je ne donne qu'avec réserve le nombre d'équivalents d'eau.

» L'acide phosphomolybdique cristallise aussi en prismes doublement obliques dans des liqueurs fortement acides (avec 13,3 pour 100 d'eau) ; dans l'eau pure, il donne de volumineux octaèdres réguliers d'un autre hydrate que je n'ai pas encore obtenu avec l'acide arséniomolybdique.

» L'acide arséniomolybdique donne aussi, dans les dissolutions acides de potasse, un sel cristallin jaune insoluble, $3KO$, AsO^5, $20MO^3$, correspondant au sel de potasse de la série du phosphore.

» II. L'acide arséniomolybdique blanc a pour formule AsO^5, $6MoO^3 + 16HO$; il cristallise, dans des dissolutions sirupeuses, en prismes rhomboïdaux droits. Si la dissolution contient un excès d'acide azotique, les cristaux deviennent opaques ; ils conservent leur transparence, quand on les fait recristalliser dans l'eau pure. L'acide arséniomolybdique blanc est parfaitement stable en présence des acides ; il s'unit aux bases sans se dédoubler ; quand on le neutralise par un alcali, on obtient un précipité gélatineux, blanc, peu soluble dans l'eau froide et qui ne se dissout bien que dans les acides et les alcalis en excès. En neutralisant ce dernier, le précipité se reforme. On obtient également des précipités gélatineux en versant l'acide dans la plupart des dissolutions métalliques et neutralisant la liqueur, s'il est nécessaire, par un peu d'alcali. J'ai déterminé seulement pour le sel ammoniacal le rapport des quantités d'acide et de base contenus dans une certaine quantité de sel desséché à l'air ; mes analyses assignent à ce composé la formule $4AzH^4O$, AsO^5, $6MO^3 + Aq$, qui est probablement celle de tous ces composés gélatineux.

» Ces sels gélatineux sont solubles dans les acides qui les transforment en d'autres sels moins basiques, cristallisables, que l'on peut obtenir plus facilement, d'ailleurs, par d'autres procédés. Je parlerai seulement dans cette Note de deux de ces composés, du sel ammoniacal (AzH^4O, AsO^5, $6MO^3 + 4HO$ et du sel de soude NaO, AsO^5, $6MO^3 + 12HO$.

» On obtient rapidement l'arséniomolybdate blanc et acide d'ammoniaque, en mélangeant du molybdate d'ammoniaque en solution nitrique

avec une quantité théorique d'acide arsénique. La liqueur un peu concentrée, maintenue vers 50 ou 60 degrés dans une étuve, laisse déposer sur les parois du vase de gros octaèdres extrêmement brillants, qui dérivent du prisme droit à base carrée. A une température plus élevée, il se forme un peu d'arséniomolybdate jaune d'ammoniaque qui souille les cristaux blancs ; à la température ordinaire, on obtient un sel plus hydraté et très-efflorescent.

» L'arséniomolybdate blanc et acide de soude ($NaO, AsO^5, 6MO^3 + 12HO$) s'obtient facilement en faisant bouillir avec de l'eau un mélange de carbonate de soude, d'acide molybdique et d'acide arsénique dans la proportion indiquée par la formule précédente ; la liqueur filtrée et spontanément évaporée dans un air bien desséché devient sirupeuse, et laisse déposer, au bout de quelques semaines, de beaux cristaux prismatiques de sel de soude (prisme droit à base carrée.)

» III. C'est avec le molybdate d'ammoniaque blanc que l'on prépare l'acide arséniomolybdique correspondant ; il suffit de faire bouillir ce sel avec de l'eau régale, ce qui donne d'abord le précipité jaune d'arséniomolybdate d'ammoniaque ; mais ce précipité disparaît, et l'on obtient une dissolution que l'on peut évaporer sans précaution jusqu'à consistance sirupeuse. On achève l'évaporation dans l'air bien desséché ; l'acide blanc se dépose alors en cristaux nets et volumineux. »

HYGIÈNE. — *Note sur l'emploi de la grenaille de fer pour remplacer la grenaille de plomb dans le rinçage des bouteilles;* par M. **Fordos.**

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Balard, Peligot, Wurtz, Belgrand.)

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences le 9 novembre dernier, j'ai démontré que la grenaille de plomb employée pour rincer les bouteilles laisse dans celles-ci, adhérant à la surface interne, du carbonate de plomb, que les lavages n'enlèvent pas, et qui se dissout dans les liquides alimentaires ou médicamenteux que l'on y introduit : de là des boissons plombifères plus ou moins nuisibles.

» On rencontre assez fréquemment, dans les bouteilles de vin, des grains de plomb oubliés, qu'on ne découvre souvent que lorsque l'on arrive à la fin de la bouteille ; les personnes qui en ont bu en sont quelquefois légèrement indisposées.

» La quantité de plomb introduite accidentellement dans le vin peut être notablement augmentée, si, avant de descendre à la cave les bouteilles

rincées avec du plomb, on ne prend pas la précaution de n'y laisser aucune grenaille. Je tiens d'un tonnelier que, chaque jour, il rencontre, en pareil cas, des bouteilles contenant de la grenaille et souvent beaucoup; les grains de plomb, en présence de l'air et de l'humidité, produisent de la céruse qui adhère aux parois du verre, et n'est pas enlevée par les lavages; en se dissolvant dans le vin, elle le rend plus ou moins insalubre.

» Enfin, quand on vide une bouteille de vin contenant de la grenaille engagée, si on la descend à la cave sans la rincer et sans retirer les grains de plomb, ceux-ci, en présence de l'air et du vin resté dans la bouteille, donnent naissance à une quantité plus grande de sel de plomb que dans le cas précédent.

» Après la publication de mon premier travail sur ce sujet, j'ai cherché le moyen de remplacer la grenaille de plomb.

» J'ai fait couper des fils de fer en petits bouts de 4 à 5 millimètres, en prenant des fils de différents numéros. Les fils nº 16, 17 et 18 donnent une grenaille qui convient pour les fioles. J'ai employé pour les bouteilles une grenaille fournie par les numéros 20 et 22: le nº 22 me paraît préférable. La grenaille de fer est, je ne dirai pas égale, mais supérieure à la grenaille de plomb, comme moyen de rinçage. Depuis deux mois on nettoie les fioles avec de la grenaille de fer à la pharmacie de l'hôpital de la Charité, et les fioles sont nettoyées plus promptement et mieux qu'avec de la grenaille de plomb; et depuis un mois la grenaille, nº 20 et nº 22, est employée par un tonnelier qui met chaque jour, en moyenne, cinq pièces de vin en bouteilles, et les résultats sont excellents. La grenaille de fer est d'un emploi facile et produit un nettoyage rapide et parfait. La grenaille est attaquée par l'oxygène de l'air pendant le rinçage, mais le composé ferrugineux qui prend naissance ne s'attache pas, comme la céruse, aux parois des bouteilles, et il est facilement entraîné par les eaux de lavage. Un peu de fer oxydé ne présente d'ailleurs aucun inconvénient pour la santé.

» Il reste, en effet, dans les bouteilles des traces de fer, et je me suis demandé si cette quantité de métal, si minime qu'elle soit, ne pourrait pas agir sur la couleur des vins. Les expériences nombreuses que j'ai faites avec différents vins rouges ne m'ont donné de modification apparente de couleur dans aucun cas; il n'en a pas été tout à fait de même de *certains vins blancs*, dont la teinte a été légèrement modifiée, mais le changement de teinte a été toutefois si faible, que pour l'apprécier il a fallu comparer le vin expérimenté avec l'échantillon mis de côté avant l'expérience. Néanmoins, il serait peut-être prudent d'employer, pour rincer les bouteilles

destinées à recevoir du vin blanc de qualité supérieure, de la grenaille d'étain, comme cela se fait dans quelques fabriques pour les bouteilles à vin de Champagne.

» Si la grenaille de fer ne sert pas tous les jours, il est utile de la conserver dans une fiole pleine d'eau et bien bouchée. On pourrait, suivant le conseil de M. Dumas, ajouter à l'eau du carbonate de soude, de manière à avoir une solution alcaline qui retarde ou même empêche l'oxydation du fer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'amidon soluble.* Note de M. **Musculus.**

(Commissaires : MM. Boussingault, Balard, Cl. Bernard, Cahours.)

« Les chimistes ne sont pas d'accord sur ce que l'on doit entendre par *amidon soluble*. Les uns considèrent comme tel la matière colorable en bleu par l'iode qu'on peut enlever à l'amidon au moyen de l'eau et que M. Vaegeli a appelée *granulose*. Pour les autres, la substance colorable en violet par l'iode, que M. Béchamp a obtenue en attaquant l'amidon avec de l'acide sulfurique, serait le véritable amidon soluble.

» La granulose, quoiqu'elle passe facilement à travers les filtres, n'est pas réellement soluble dans l'eau ; car on peut la séparer par l'évaporation dans un état complétement insoluble même dans l'eau bouillante. L'amidon soluble de M. Béchamp est un mélange de plusieurs substances : on y trouve de la granulose, de l'amidon soluble, puis des produits de décomposition de l'amidon (dextrine, glucose ou glucosine), qui se forment toujours avec l'acide sulfurique.

» J'ai fait connaître, sous le nom de *dextrine globulisée*, insoluble dans l'eau froide (*Comptes rendus*, t. LXV, p. 857), un corps que j'ai obtenu en dissolvant l'amidon dans l'eau acidulée bouillante et en évaporant, après saturation de l'acide et filtration, en consistance de sirop. Il se fait un dépôt abondant de granules insolubles dans l'eau froide et solubles seulement à 50 degrés, ce qui permet de les laver et de les débarrasser ainsi de la dextrine et de la glucose qui les accompagnent. Avec l'alcool on peut également leur enlever un peu de granulose qu'ils renferment encore. On possède alors de l'amidon soluble, entièrement pur ; les granules qui le composent sont des grains d'amidon privés de leur organisation.

» L'énumération des propriétés de ce produit démontrera cette assertion : séché à l'air, il est blanc et ressemble à de l'amidon. Fraîchement lavé, il

est insoluble dans l'eau froide et ne réduit pas les sels de cuivre; mais, si on le laisse quelque temps en contact avec l'eau, il s'y dissout sensiblement, en même temps qu'il s'y forme un peu de sucre.

» Son pouvoir rotatoire est presque quadruple de celui de la glucose déshydratée. Il se dissout entièrement dans l'eau à 50 degrés et ne se précipite pas par le refroidissement. Par l'évaporation, on obtient un résidu qui a repris son insolubilité dans l'eau froide. Pour le redissoudre, on est obligé de chauffer jusqu'à l'ébullition, ou de le faire digérer avec de l'eau pendant une demi-heure au bain-marie à 100 degrés. L'alcool le précipite également de ses dissolutions et le restitue à l'état insoluble. On obtient le même résultat en faisant geler sa solution dans un mélange réfrigérant. Quand la glace est fondue, on le retrouve au fond du vase à l'état de précipité blanc.

» Quand il est mêlé avec de la dextrine et de la glucose, comme dans la liqueur mère où se sont formées les granules, toutes ces propriétés disparaissent. Quoique cette liqueur en contienne encore beaucoup, il est impossible de l'obtenir à l'état insoluble, mais, si l'on enlève une partie des substances étrangères par des précipitations fractionnées avec l'alcool, ses propriétés caractéristiques reparaissent.

» La dextrine du commerce, qui est un mélange analogue, se comporte de même. Avec l'alcool, j'ai pu en retirer des granules d'amidon solubles. On arrive à un meilleur résultat en évaporant sa solution en consistance de sirop et l'additionnant d'un peu d'alcool pour empêcher les moisissures. Au bout de quelques mois, il se forme un dépôt insoluble dans l'eau froide et jouissant de toutes les propriétés énumérées ci-dessus.

» Les granules artificiels d'amidon donnent avec l'iode toutes les couleurs que l'on obtient avec les grains naturels et de plus celle que fournit la dextrine, suivant la disposition de leurs molécules, disposition qu'on peut faire varier à volonté. Ainsi, une solution étendue prend une couleur rouge pur; quand elle est concentrée jusqu'à saturation, l'iode y fait naître une teinte violette.

» En mettant un excès d'iode dans une solution moyennement étendue de façon à obtenir une couleur foncée d'un rouge brun et en laissant évaporer à l'air libre, on voit la teinte virer de plus en plus au violet, et, quand la concentration est assez grande, on observe une magnifique coloration d'un bleu pur. Si l'on ajoute alors de l'eau, la couleur violette reparaît pour être remplacée bientôt par le rouge pur.

» Au lieu de concentrer le liquide rouge par l'évaporation, on peut y ajouter un sel neutre, avide d'eau, comme le chlorure de calcium séché, et l'on arrive au même résultat. Si l'on abandonne cette solution bleue à elle-même pendant vingt-quatre heures, il se fait un dépôt d'un bleu noir qui a acquis alors assez de cohésion pour résister à l'action dissolvante de l'eau froide.

» Le précipité paraît se dissoudre dans l'eau; il n'en trouble pas la transparence et passe très-bien à travers les filtres, mais il se dépose de nouveau au bout de très-peu de temps. Ce sont là, tout à fait, les propriétés de la granulose iodée. On peut en conclure que, dans ces deux corps, la disposition des molécules est la même, et qu'ils ne diffèrent que par le degré de cohésion.

» La granulose artificielle iodée peut, en effet, être détruite par une légère élévation de température; elle entre en dissolution dans l'eau où elle est suspendue et ne se colore alors qu'en rouge avec l'iode, tandis que la granulose naturelle résiste à l'ébullition, comme nous l'avons vu, et continue à se teindre en bleu avec l'iode.

» Les granules artificiels ressemblent de même aux grains d'amidon naturels. On sait que ceux-ci ne se colorent pas avec une petite quantité d'iode; la couleur bleue n'apparaît que si l'on en met un excès.

» De même les granules artificiels restent blancs avec peu d'iode, mais si on les triture dans un mortier avec un peu d'iode, il se produit une masse d'un bleu pur.

» Quand on dissout l'amidon incomplétement soit avec la diastase, soit avec l'acide acétique monohydraté bouillant, les fragments qui ont résisté le plus longtemps ne se colorent plus en bleu avec l'iode, mais prennent une teinte qui varie du jaune au rouge orange.

» Les granules artificiels donnent les mêmes teintes si l'on augmente leur cohésion, ce que l'on peut faire, comme je l'ai dit, en les dissolvant dans l'eau et en évaporant à siccité.

» Il résulte de ces réactions la preuve de l'identité de l'amidon soluble et de l'amidon naturel; il faut encore en conclure que la dextrine colorable en rouge par l'iode n'est que de l'amidon.

» *Action de la diastase.* — La diastase dédouble l'amidon soluble de la même manière que l'amidon naturel, mais bien plus facilement et avec beaucoup plus de netteté.

» D'après les travaux de plusieurs chimistes (Payen, Schwarzer, Schulze)

et d'après mes propres expériences, quand on fait agir la diastase sur l'amidon, toute coloration avec l'iode disparaît, quand on est arrivé au quart de la saccharification; puis, en augmentant la quantité de diastase, la saccharification continue jusqu'à la moitié, point qu'on ne peut pas dépasser d'une façon sensible. Dans mes premières expériences, j'avais cru qu'il n'était pas possible de saccharifier plus du tiers de l'amidon avec la diatase.

» Avec l'amidon soluble, le point d'arrêt au tiers de la saccharification ne se présente plus. La réaction avec l'iode disparaît dès qu'on est arrivé au quart; puis, en ajoutant encore un peu de diastase, on arrive rapidement jusqu'à la moitié : la production de sucre s'arrête alors comme avec l'amidon naturel.

» Une opinion très-répandue, et qui a été introduite dans la science par M. Vaegeli, consiste à regarder l'amidon comme essentiellement composé de cellulose mêlée avec un peu de granulose. M. Béchamp a trouvé que la dextrine obtenue avec la cellulose a un pouvoir rotatoire moindre que la dextrine de l'amidon.

» J'ai également préparé de la dextrine de cellulose en dissolvant du coton dans de l'acide sulfurique concentré, suivant le procédé connu. J'ai ensuite saccharifié cette dextrine avec de l'eau acidulée bouillante et j'ai trouvé que, pendant cette transformation, le pouvoir rotatoire ne change pas. De l'amidon, traité de la même manière, m'a, au contraire, fourni une dextrine, dont le pouvoir rotatoire a baissé de plus de la moitié par la saccharification. Il résulte de là que la dextrine de la cellulose a le même pouvoir rotatoire que le sucre, qui en dérive, ce qui n'a pas lieu pour celle de l'amidon.

» Je ferai, du reste, remarquer que toutes les dextrines du sucre d'amidon paraissent avoir un pouvoir rotatoire au moins double de celui du sucre lui-même.

» Déjà, la glucose fraîchement dissoute et surtout la glucose déshydratée ont, comme on le sait, un pouvoir rotatoire double de celui de la glucose préalablement fondue avec un peu d'eau; seulement, cette propriété ne persiste pas.

» J'ai préparé, il y a deux ans, une dextrine de la glucose, en traitant ce sucre par l'acide sulfurique concentré, puis par l'alcool à 95 degrés (*Bulletin de la Société chimique*, t. XVIII, n° 2). Cet anhydride a également un pouvoir rotatoire double de celui de la glucose, et ce pouvoir est persistant.

» Je n'ai pas encore obtenu de sucre de cellulose assez pur pour pouvoir le comparer au sucre d'amidon; mais il est certain que la différence entre leurs pouvoirs rotatoires n'est pas considérable, de sorte que l'isomérie ne se manifesterait clairement que dans leurs dextrines.

» Je me propose de rechercher si d'autres sucres que l'on regarde comme identiques à la glucose (glucoses du miel et des fruits, sucre de diabète, etc.) ne présentent pas le même genre d'isomérie.

» En les transformant en dextrines par le procédé que j'ai indiqué plus haut, on pourra obtenir un produit très-peu coloré et presque pur. La vérification sera donc facile. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la transmission de l'irritation d'un point à un autre dans les feuilles des* Drosera, *et sur le rôle que les trachées paraissent jouer dans ces plantes.* Note de M. **M. Ziegler.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« Lorsque l'on irrite un ou plusieurs poils de la ligne médiane d'une feuille de *Drosera*, tous les autres poils s'inclinent, peu à peu, vers le point irrité, et ce sont surtout les longs poils de la circonférence qui décrivent alors un très-grand mouvement. Comment l'irritation des poils centraux se communique-t-elle aux poils de la circonférence. Voilà le problème que j'ai entrepris de résoudre.

» Il y a près de quarante ans que M. Meyer a signalé une trachée qui traverse dans toute leur longueur les poils des *Drosera*. Or ces trachées, dont les fonctions physiologiques ne sont pas encore connues, pourraient bien être les éléments anatomiques chargés de transmettre dans les plantes les irritations d'un point à un autre. Pour mieux étudier ces trachées et pour les suivre, pas à pas, dans l'intérieur de la plante, je me suis servi d'individus de *Drosera intermedia* qui s'étaient développés depuis plusieurs mois dans la lumière diffuse d'un appartement bien éclairé. Les feuilles qui sont nées dans ce milieu artificiel sont un peu étiolées, beaucoup plus diaphanes, et n'ont rien perdu pour cela de leur irritabilité. Pour examiner la disposition des trachées, je passe d'abord les feuilles à l'eau pour les débarrasser de la glu, puis je les laisse sécher sur une lame de verre, en les recouvrant d'un verre mince; enfin je couche une de ces feuilles parfaitement sèche sur un peu de chloroforme. Quand la feuille est bien imbibée, je la remets sur une lame de verre, et, avant que le chlo-

roforme ait eu le temps de s'évaporer, je recouvre la feuille de baume du Canada sec dissous dans du chloroforme. La feuille prend alors une très-belle transparence, et les trachées, qui sont impénétrables au chloroforme, étant restées remplies d'air, se dessinent en noir. Quand on n'a pas sous la main une pareille dissolution de baume du Canada, on peut faire usage du procédé suivant, qui permet de distinguer les trachées avec beaucoup de netteté, quoique très-peu colorées. Quelques gouttes d'alcool sont déposées sur la lame de verre, une feuille bien sèche est couchée dessus; quand elle en est bien imbibée, l'alcool est enlevé tout autour avec une fine pipette. Quelques gouttes d'eau sont mises alors sur la feuille, et cette addition est renouvelée fréquemment pendant dix minutes ou un quart d'heure. L'excédant d'eau à côté de la feuille est enlevé avec la pipette, et la feuille est recouverte d'eau gommée de la consistance du miel. Le verre mince étant appliqué dessus, on laisse sécher.

» A l'aide de ces préparations, j'ai pu constater que du sommet du noyau de chaque glande part une trachée qui suit l'axe du poil, traverse la feuille et le pétiole et va se rendre dans la tige. Les trachées qui partent des poils de la région médiane de la feuille se réunissent en un faisceau qui traverse l'axe du pétiole. De chaque côté de la feuille, les trachées des poils des parties latérales se réunissent pareillement en faisceaux qui traversent le pétiole en longeant ses bords. Ces trois faisceaux pénètrent dans la tige; un peu au-dessous de l'aisselle de la feuille, ils se réunissent, et en décrivant une petite courbe ils se dirigent vers le conduit médullaire qu'ils longent en allant vers la racine. Dans la feuille, outre les trachées qui vont aux poils, le faisceau médian possède deux trachées qui, sans communiquer avec aucun poil, vont, en passant par la partie supérieure de la feuille, s'unir, l'une au faisceau de droite, l'autre au faisceau de gauche. C'est la seule communication qui existe dans la feuille entre les trois faisceaux de trachées.

» Comme je n'ai trouvé dans ces feuilles, outre les trachées et les filaments qui les accompagnent, aucun autre élément que de grosses cellules, j'ai été conduit à me demander si ce n'est pas par les trachées que les irritations se transmettent, et comme elles ne présentent pas d'anastomoses, j'ai dû me demander si cette transmission ne se fait pas par l'intermédiaire d'un centre commun situé ailleurs que dans la feuille. Pour élucider cette question, j'ai fait l'expérience suivante: J'ai fait sur un certain nombre de feuilles à mi-hauteur du limbe, tantôt la section du faisceau de trachées

de droite, tantôt celle du faisceau de gauche. A la hauteur même de la section, j'ai irrité quelques poils de la ligne médiane et j'ai constaté que les poils situés au-dessous de la section, du côté du pétiole, étaient paralysés et restaient immobiles, tandis que tous les autres poils se sont inclinés vers le point irrité. On peut tirer de cette expérience les conclusions suivantes :

» 1° Que dans les *Drosera* c'est bien par les trachées ou les fibres qui les entourent que l'irritation est transmise d'un poil à un autre;

» 2° Que les mouvements des poils de la circonférence des feuilles ne sont pas des mouvements réflexes provoqués par une irritation partie d'un centre situé ailleurs que dans la feuille ; si ces mouvements étaient réflexes, c'est-à-dire réfléchis par les trachées, ce seraient les poils situés au-dessus de la section qui seraient paralysés. L'absence d'anastomoses conduit à penser que les trachées ou les fibres qui les entourent doivent communiquer entre elles latéralement par leurs points de contact.

» La blessure faite à la feuille par la section des trachées ne dérange pas visiblement les fonctions des poils. Un poil situé à $\frac{1}{5}$ de millimètre au-dessus de la section exécute parfaitement tout son mouvement, et des poils situés à une distance également petite au-dessous de la blessure sont paralysés totalement.

» Il convient pour l'étude des *Drosera* de donner toujours la préférence à la *Drosera intermedia;* on peut mieux y suivre le mouvement des poils, ces derniers y étant moins nombreux. Les trachées aussi y ont une disposition plus favorable, et ce qui donne surtout un grand avantage à cette espèce sur la *Drosera rotundifolia*, c'est la plus grande transparence des glandes qui permet de voir au microscope avec une grande netteté la structure anatomique de ces organes, pourvu que l'on se serve de plantes un peu étiolées. »

M. H. Blanc adresse une Note sur les moyens de prévenir et de traiter le choléra, en réponse à la Communication faite à l'Académie, par M. Pellarin, dans la séance du 23 février 1874. L'auteur soutient que le principe contagieux est exclusivement contenu dans les évacuations ; le choléra n'est jamais transmis par l'haleine ou par le toucher des cholériques. Mais si une chambre est petite et sa ventilation insuffisante, ou si de nombreux cas sont réunis ensemble, l'air renfermera une certaine quantité de particules ou d'émanations des évacuations cho-

lériques qui, venant en contact avec les muqueuses, s'introduiront dans l'économie.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Broyer** adresse l'indication d'un remède contre le Phylloxera.

M. **Bouille** adresse à l'Académie l'indication d'un moyen préventif contre le Phylloxera.

M. **Montjottard** demande que les procédés qu'il applique contre le Phylloxera soient examinés.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J. Favier** adresse une Note sur un moyen de préserver la vigne des atteintes de la gelée.

Cette Note sera soumise à l'examen de M. Thenard.

M. **Secretan**, dans une Lettre adressée à l'Académie, prie les Membres de la Commission du Passage de Vénus de vouloir bien examiner l'objectif astronomique qu'il a présenté, ainsi qu'un objectif nouveau qui pourrait être comparé utilement à ceux dont la Commission dispose.

MM. les Secrétaires perpétuels, après avoir constaté le désir, manifesté par l'Académie, que le Rapport sur ces objectifs puisse lui être soumis dans un court délai, insistent à cette occasion sur l'intérêt spécial que mérite M. Secretan, surtout après le sinistre dont sa maison vient d'être frappée.

MM. les Secrétaires perpétuels ajoutent, au nom de la Commission du Passage de Vénus, dont ils font partie, que M. Secretan a toujours montré le plus grand empressement à lui fournir tous les appareils nécessaires, et n'a cessé de rechercher, en les construisant, selon la tradition constante de la maison dont il est le représentant et l'héritier, plutôt l'honneur que le bénéfice.

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *A. Richard*, ayant pour titre : « Étude du cheval de service et de guerre » (5e édition) ;

2° Un Mémoire de M. *A. Marvaud* sur « les Aliments d'épargne : Alcool et boissons aromatiques ».

Ce Mémoire est renvoyé à la Commission du Concours de Médecine et Chirurgie.

MÉCANIQUE. — *Sur le choc des corps.* Note de M. G. Darboux, présentée par M. Bertrand.

« Dans l'ancienne théorie du choc des corps élastiques, on décomposait le phénomène en deux portions, l'une pendant laquelle les corps se compriment, l'autre pendant laquelle il y a décompression, et l'on admettait que les percussions reçues par les deux corps dans les deux portions du choc sont rigoureusement égales.

» Dans la séance du 19 janvier 1874, M. Resal s'est proposé de donner la solution complète du problème, en admettant seulement que la force vive totale a la même valeur avant ou après le choc, ce qui est de toute évidence si l'on fait abstraction du frottement, des déformations permanentes et des mouvements vibratoires de toute nature qui subsistent après le choc. Les résultats obtenus de cette manière sont d'une telle simplicité, ils offrent par eux-mêmes un tel intérêt, qu'il m'a paru utile de les démontrer, en partant seulement du principe des forces vives étendu avec les modifications convenables au cas où il y a des percussions.

» Soit M un point matériel de masse m soumis à l'action d'une percussion ; soient v, v_0 ; v_x, v_y, v_z ; v_{0x}, v_{0y}, v_{0z} les grandeurs absolues et les composantes de la vitesse à la fin et au début de la percussion : on aura

$$(1)\quad m(v_x - v_{0x}) = \int_0^t \mathrm{X}\,dt,\quad m(v_y - v_{0y}) = \int_0^t \mathrm{Y}\,dt,\quad m(v_z - v_{0z}) = \int_0^t \mathrm{Z}\,dt.$$

» Multiplions ces équations respectivement par $\frac{v_x + v_{0x}}{2}$, $\frac{v_y + v_{0y}}{2}$, $\frac{v_z + v_{0z}}{2}$

et ajoutons-les, nous obtiendrons la relation

$$(2)\qquad \frac{mv^2}{2}-\frac{mv_0^2}{2}=\frac{v_x+v_{0x}}{2}\int_0^t \mathrm{X}\,dt+\frac{v_y+v_{0y}}{2}\int_0^t \mathrm{Y}dt+\frac{v_z+v_{0z}}{2}\int_0^t \mathrm{Z}dt.$$

Le second membre de cette formule a une signification très-simple. Si la force dont les composantes sont X, Y, Z agissait pendant toute sa durée sur un mobile animé de la vitesse *constante*, dont les composantes sont $\frac{v_x+v_{0x}}{2}$, $\frac{v_y+v_{0y}}{2}$, $\frac{v_z+v_{0z}}{2}$, son travail élémentaire serait

$$\mathrm{X}\frac{v_x+v_{0x}}{2}dt+\mathrm{Y}\frac{v_y+v_{0y}}{2}dt+\mathrm{Z}\frac{v_z+v_{0z}}{2}dt,$$

et son travail total dans l'intervalle de zéro à t serait représenté par le second membre de l'équation (2). On a donc la proposition suivante :

» I. *Quand une percussion agit sur un point matériel, la demi-variation de force vive est égale au travail que produirait cette percussion, si pendant toute la durée de son action le point matériel conservait une vitesse constante égale à la demi-somme géométrique des vitesses initiale et finale.*

» Multiplions maintenant les équations (1) par v_x, v_y, v_z et ajoutons-les. Nous obtiendrons

$$(3)\qquad \frac{mv_0^2}{2}-\frac{mv^2}{2}=\sum\frac{m(v_x-v_{0x})^2}{2}-v_x\int_0^t \mathrm{X}\,dt-v_y\int_0^t \mathrm{Y}dt-v_z\int_0^t \mathrm{Z}dt.$$

Cette équation interprétée comme la précédente conduit à cette nouvelle proposition.

» II. *La perte de force vive est égale à la force vive due à la vitesse perdue moins le double du travail que produirait la percussion si le point matériel conservait une vitesse constante et égale à la vitesse finale, pendant toute la durée de la percussion.*

» Ces propositions remplacent le théorème des forces vives; elles s'étendent d'ailleurs sans difficulté à un système quelconque qu'on peut toujours considérer comme composé de points matériels. La première conduit, par exemple, à l'équation suivante :

$$(4)\qquad \sum\frac{mv^2}{2}-\sum\frac{mv_0^2}{2}=\sum\left(\int_0^t \mathrm{X}\,dt\frac{v_x+v_{0x}}{2}+\int_0^t \mathrm{Y}dt\frac{v_y+v_{0y}}{2}+\int_0^t \mathrm{Z}dt\frac{v_z+v_{0z}}{2}\right);$$

c'est-à-dire :

» III. *La demi-variation de la force vive totale d'un système est égale à*

la somme des travaux que produiraient les percussions tant intérieures qu'extérieures, si chacun des points d'application de ces percussions conservait pendant la durée de leur action une vitesse constante égale à la demi-somme géométrique de ses vitesses initiale et finale.

» L'importance de cette proposition tient à ce que, toutes les fois que les percussions intérieures, nécessairement deux à deux égales et contraires d'après le principe de l'égalité de l'action et de la réaction, s'exercent entre deux points assujettis à demeurer à une distance constante, les termes correspondant à ces percussions disparaissent de l'équation (4). Je ne m'arrête pas à la démonstration de ce point, qui est d'ailleurs toute semblable à celle que l'on emploie pour prouver que dans les mêmes conditions deux forces égales et contraires ne produisent pas de travail. En l'admettant donc, nous voyons que les percussions intérieures disparaissent de l'équation (4) toutes les fois que l'on considère un corps solide, et l'on obtient cette nouvelle proposition :

» IV. *Quand des percussions agissent sur un corps solide, la demi-variation des forces vives est égale à la somme des travaux que produiraient les percussions extérieures, si leurs points d'application conservaient pendant toute la durée des percussions une vitesse constante en grandeur et en direction, égale à la demi-somme géométrique des vitesses initiale et finale.*

» Les remarques analogues aux précédentes s'appliquent à l'équation (3) et conduisent à la proposition qui suit :

» V. *Dans les mêmes circonstances, la perte de force vive est égale à la force vive due aux vitesses perdues par tous les points, diminuée du double du travail que produiraient les percussions extérieures, si leurs points d'application prenaient, dès le début, une vitesse constante égale à leur vitesse finale.*

» Cela posé, soient (M), (M') deux corps solides se choquant en un point A. L'effet du choc peut se représenter par deux percussions égales et contraires, dirigées suivant la normale en A aux surfaces en contact, l'une $\int N dt$ appliquée au corps (M); l'autre $-\int N dt$ appliquée au corps (M'). Soient w, w_0 les composantes suivant la normale en A de la vitesse initiale et de la vitesse finale du point de (M) qui se trouve en A; w', w'_0 les mêmes quantités relatives au corps (M). En appliquant l'équation (4) aux deux corps (M), (M') successivement, on aura

$$\sum_{M} \frac{mv^2}{2} - \sum_{M} \frac{mv_0^2}{2} = \int N dt (w_0 + w),$$

$$\sum_{M'} \frac{mv^2}{2} - \sum_{M'} \frac{mv_0^2}{2} = -\int N dt (w'_0 + w').$$

» En ajoutant ces deux équations, on aura la variation totale de la force vive par la formule

$$(5)\qquad \sum\frac{mv^2}{2}-\sum\frac{mv_0^2}{2}=\int \mathrm{N}\,dt(w+w_0-w'-w'_0).$$

» Si les corps sont parfaitement élastiques, cette perte de force vive doit être nulle

$$(6)\qquad w+w_0=w'+w'_0 \quad\text{ou}\quad w-w'=w'_0-w_0,$$

c'est-à-dire *la vitesse relative des deux points de contact doit être changée de signe par le choc*, ce qui est la règle qu'il s'agissait de démontrer.

» Ce premier point étant admis, décomposons le choc en deux parties par la condition que les intégrales $\int \mathrm{N}\,dt$, relatives à ces deux parties, soient égales. Les percussions imprimées aux corps solides dans les deux parties du phénomène ainsi divisé sont égales et agissent suivant la même droite. Donc, d'après les règles connues de l'effet des percussions, la vitesse imprimée à chaque point de l'un quelconque des solides est la même en grandeur et en direction dans les deux parties du choc.

» Cette remarque permet de déterminer les composantes normales des deux vitesses au point de contact à la fin de la première partie du choc; car, soit u cette composante normale pour le corps (M) : on devra avoir, d'après ce qui précède,

$$w_0-u=u-w,$$

équation qui exprime que la composante normale varie de la même quantité dans les deux parties du choc. Donc

$$(7)\qquad u=\frac{w+w_0}{2},$$

et, de même,

$$u'=\frac{w'+w'_0}{2},$$

et, par suite, d'après l'équation (6),

$$u=u'.$$

Ainsi, quand l'intégrale $\int \mathrm{N}\,dt$ a acquis la moitié de sa valeur définitive, les vitesses normales aux deux points de contact sont égales. Si le choc cesse à ce moment-là, on est dans le cas des *corps mous*, d'où l'on voit que la percussion est, dans ce cas, deux fois moindre que si les corps étaient élastiques. C'est le point qu'on admettait dans l'ancienne théorie.

» Remarquons enfin que, si nous nous bornons à ce cas des corps mous,

les points en contact ayant la même vitesse dans les deux corps après la percussion, les travaux des percussions, tels qu'ils sont employés dans la proposition V, sont égaux et de signes contraires. Cette proposition nous donne donc le théorème de Carnot.

» Dans le choc des corps mous, la perte de force vive est égale à la force vive due aux vitesses perdues.

» Il résulte de ce qui précède que, dans les calculs, on peut se contenter d'examiner les corps élastiques. Les percussions, rotations, vitesses imprimées aux deux corps sont, dans le cas des corps mous, la moitié de celles qui se produisent quand les corps sont élastiques. L'étude seule du choc des corps élastiques fera donc, si l'Académie veut bien le permettre, le sujet d'une nouvelle Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du Soleil.* Note de M. J. VIOLLE, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« J'ai entrepris depuis plusieurs mois, par différentes méthodes, des expériences ayant pour but de déterminer la température du Soleil. Je prie l'Académie de vouloir bien me permettre de lui soumettre aujourd'hui les premiers résultats de mes recherches.

» Les mesures de chaleur solaire peuvent se faire par deux méthodes différentes. Dans une première méthode, un thermomètre est placé successivement pendant des temps égaux à l'ombre, puis au Soleil, et l'on suit dans chaque cas la marche de l'instrument : c'est la *méthode dynamique*, la méthode du pyrhéliomètre de Pouillet. Dans une seconde méthode, on laisse le thermomètre soumis à la radiation solaire tout le temps nécessaire pour que la température accusée par l'instrument devienne stationnaire, et l'on note alors à la fois la température de l'instrument et celle de l'enceinte : c'est la *méthode statique*, celle à laquelle paraissent s'être arrêtés aujourd'hui la plupart des physiciens s'occupant de mesures de chaleur solaire. Je ne parlerai pour le moment que de cette méthode, et j'en examinerai d'abord le principe.

» Soit une enveloppe sphérique maintenue à une température constante t, et soit, au centre de cette sphère, la boule d'un thermomètre, boule que je supposerai pour un instant infiniment petite. L'enceinte est enduite de noir de fumée, ainsi que la boule du thermomètre. Supposons l'équilibre de température établi. L'enceinte envoie alors au thermomètre une quantité de chaleur Sa^t, a étant la constante de Dulong ou 1,0077, et le thermomètre

renvoie à l'enceinte la même quantité de chaleur Sa^t. Perçons maintenant dans l'enceinte sphérique une ouverture circulaire ω de dimensions telles qu'elle soit vue du centre sous l'angle même qui mesure le diamètre apparent du Soleil, et dirigeons cette ouverture vers le Soleil. Il est manifeste, d'après la loi de la variation de l'intensité calorifique en raison inverse du carré de la distance, que l'action réelle du Soleil sur la boule du thermomètre est identique à celle qu'exercerait un petit disque de surface ω, placé à l'ouverture même de notre sphère, ce petit disque ayant même température et même pouvoir émissif que le Soleil. Nous pouvons donc définir la température du Soleil par la température qu'il faudrait attribuer à ce disque imaginaire, doué du pouvoir émissif du noir de fumée, pour produire sur le thermomètre le même effet que produit réellement le Soleil. Soit x la température du Soleil ainsi définie, soit θ la température stationnaire du thermomètre recevant par l'ouverture ω la radiation solaire; la quantité de chaleur émise par le thermomètre, qui était Sa^t à la température t, est devenue actuellement Sa^θ, et, en écrivant que cette quantité de chaleur est égale à la somme des quantités de chaleur émises par l'enceinte et par le Soleil, on a immédiatement

$$Sa^\theta = Sa^t + \omega a^x.$$

C'est précisément l'équation telle que l'écrit M. Vicaire; mais cette équation a été établie sous des réserves dont il faut maintenant nous affranchir. La boule du thermomètre a nécessairement des dimensions finies, et par suite, nécessairement aussi, on doit élargir l'ouverture par laquelle pénètrent les rayons solaires, pour leur permettre d'arriver sur toute la boule; de là une double complication.

» Considérons donc maintenant une ouverture d'admission Ω assez large pour que la boule du thermomètre reçoive sur tout un hémisphère les rayons du Soleil. Chacun des points de cette boule sera, si le diamètre de la boule est suffisamment petit par rapport à celui de l'enceinte, très-sensiblement dans les mêmes conditions; de sorte que, pour nous rendre compte de l'état actuel de l'appareil, il suffit de considérer un point quelconque de la boule du thermomètre. Ce point est soumis : 1° à la radiation de toute la portion conservée de l'enceinte; 2° à la radiation du Soleil, laquelle est équivalente à celle d'une surface ω, placée à une distance égale au rayon de l'enceinte et maintenue à la température même du Soleil; 3° à la radiation de toute une portion du ciel, voisine du Soleil, laquelle agit comme une surface $\Omega - \omega$ à une température inconnue y. L'équation

exacte est donc

$$S a^0 = S a^t + \omega a^x + \Omega a^y.$$

» J'indiquerai dans une prochaine Note comment, en faisant varier Ω au moyen de diaphragmes percés d'ouvertures de dimensions connues, on peut déterminer assez exactement ce terme de correction Ωa^y. On aura d'ailleurs une idée de la grandeur de ce terme par le résultat suivant, que je citerai seul aujourd'hui.

» Le 14 mars 1874, le ciel étant très-beau, bien que la terre fût couverte de neige, à 1 heure de l'après-midi, la quantité de chaleur arrivant du Soleil à la surface du sol, à Grenoble, était la même que celle qu'eût donnée un disque de même diamètre apparent que le Soleil, de pouvoir émissif maximum, et à la température de 1238 degrés. La température de l'air était de + 1° et la pression barométrique 758 millimètres. Dans ces conditions, le diamètre de l'ouverture d'admission étant 25 fois environ le diamètre apparent du Soleil, la portion du ciel voisine du Soleil et vue de la boule du thermomètre agissait comme une surface Ω chauffée à près de 100 degrés, l'enceinte étant à 9°,2. Les intensités totales des trois radiations envoyées au thermomètre par les surfaces S, ω et Ω étaient alors sensiblement proportionnelles aux nombres 15, 1 et 0,1.

» Il ne sera pas sans intérêt, et j'ai déjà quelques mesures sur ce point, de comparer à différentes époques et surtout à différentes altitudes la radiation de cette portion du ciel voisine du Soleil et dont l'illumination présente parfois une intensité remarquable. Peut-être y retrouvera-t-on une portion de la chaleur perdue par les rayons directs dans leur passage à travers notre atmosphère. »

PHYSIQUE. — *Études sur les chronographes électriques et recherches sur l'étincelle d'induction et les électro-aimants.* Note de M. **Marcel Deprez**, présentée par M. Bertrand.

« Lorsqu'on veut mesurer la durée d'un phénomène très-rapide, tel que le mouvement d'un projectile, on a recours à des appareils connus sous le nom de *chronographes*, et qui ont pour but d'enregistrer les instants successifs du passage d'un mobile devant des points de repère déterminés. Dans tout chronographe, il y a trois genres distincts d'organes qui ont des fonctions différentes à remplir :

» 1° Un mécanisme qui a pour but d'imprimer au papier un mouvement plus ou moins rapide;

» 2° Un système d'organes enregistreurs qui doivent laisser une trace sur le papier au moment où le mobile, dont on veut étudier le mouvement, passe devant les points de repère qui leur correspondent;

» 3° Un appareil enregistrant des intervalles de temps égaux.

» Le nombre des combinaisons proposées pour satisfaire à ces différentes conditions est très-grand, mais on peut subdiviser les chronographes en deux classes :

» 1° Ceux dans lesquels on suppose connue à l'avance la loi du mouvement du papier et qui dispensent, par conséquent, de l'emploi d'un mécanisme destiné à enregistrer les subdivisions égales de l'unité de temps. Tels sont les chronographes basés sur la loi du mouvement d'un pendule, ou d'un corps grave tombant en chute libre, et qui sont dus à MM. Martin de Brettes, Navez, Vignotti, Leroux, Leboulangé, etc.

» 2° Ceux dans lesquels on imprime au papier un mouvement sensiblement uniforme, au moyen d'un mécanisme d'horlogerie. La vitesse du papier est d'ailleurs connue rigoureusement à chaque instant, par suite de l'enregistrement à sa surface des oscillations d'un pendule ou, mieux encore, des vibrations d'un diapason dont le mouvement est entretenu indéfiniment. Tels sont les chronographes de MM. Martin de Brettes, Schultz, Noble, etc.

» J'ai été appelé à faire, depuis deux ans, une étude approfondie de ces appareils, afin de les rendre aptes à enregistrer, avec une grande précision, vingt points de la courbe représentative de la pression des gaz de la poudre dans une bouche à feu.

» J'ai employé, dans mes recherches, un chronographe Schultz appartenant à la classe (2°). Le mouvement du diapason était entretenu par le procédé de M. Mercadier. L'enregistrement des instants successifs du phénomène à étudier se faisait au moyen de l'étincelle d'induction dont l'emploi a été proposé pour la première fois par M. Martin de Brettes.

» Le premier objet de mes recherches a été de déterminer le retard de l'étincelle d'induction, c'est-à-dire de l'intervalle de temps qui s'écoule entre la rupture du courant inducteur et l'explosion de l'étincelle. Le procédé que j'ai employé pour cela consiste à faire rompre le circuit inducteur par le cylindre même du chronographe qui porte, à cet effet, sur sa base un secteur isolant en ébonite. On commence par faire tourner le cylindre avec une extrême lenteur, et l'on obtient une certaine trace au moment où le secteur isolant rompt le circuit inducteur; puis on lance le cylindre à une grande vitesse (qui, dans mes expériences, a atteint 10 mètres

par seconde), et l'on obtient une nouvelle trace produite par l'étincelle qui frappe le cylindre pendant ce mouvement rapide; la distance des deux traces fait évidemment connaître le retard cherché.

» Je ne saurais exposer ici tous les résultats de ces recherches qui ont été fort longues. Je me bornerai à dire qu'elles ont montré que de tous les procédés d'enregistrement l'étincelle d'induction est de beaucoup le plus rapide, le retard étant généralement inférieur à $\frac{1}{10000}$ de seconde. Mais en présence de cette instantanéité presque absolue, l'étincelle présente de graves inconvénients qui rendaient son emploi presque inadmissible dans les circonstances où j'étais placé. En effet, sa production est très-capricieuse et dépend beaucoup de la manière dont se fait la rupture du courant inducteur; elle présente des déviations dont le sens et la grandeur échappent à toute prévision. Elle est presque toujours multiple et frappe un grand nombre de points du cylindre; sa trace sur ce dernier prend alors l'apparence d'une comète suivie d'une queue d'étincelles de plus en plus petites, ce qui diminue beaucoup la précision des lectures. Lorsque la vitesse du cylindre est très-grande, sa trace devient très-incertaine; enfin elle exige l'emploi d'une bobine d'induction de grandes dimensions et du prix de 300 francs. Malgré tous ces inconvénients, qui en rendent l'emploi fort délicat, elle aurait peut-être été préférée aux autres modes d'enregistrement, à cause de son instantanéité, si l'on avait pu produire avec une seule bobine d'induction un nombre extrêmement grand d'étincelles dans une seconde. Malheureusement il n'en est pas ainsi. Le nombre des étincelles que l'on peut produire dans une seconde n'excède pas deux à trois cents, et encore faut-il pour cela une forte pile et une très-petite distance explosive. Or cela était bien au-dessous des conditions qui m'étaient imposées, puisqu'il fallait pouvoir produire deux signaux consécutifs se succédant à $\frac{1}{10000}$ de seconde d'intervalle. Il aurait donc fallu avoir recours à un nombre de bobines d'induction et de circuits indépendants égal au nombre de points de la courbe que je voulais enregistrer, c'est-à-dire qu'il eût fallu employer vingt bobines et vingt piles indépendantes. Cela eût conduit à la construction d'un appareil très-coûteux, très-encombrant et d'un maniement très-difficile. C'est cependant la solution adoptée par M. le capitaine Nobel, dans ses recherches sur le mouvement des projectiles dans les bouches à feu. Aussi son appareil atteint-il le prix énorme de 25,000 francs, et encore ne comporte-t-il que dix bobines.

» J'ai donc dû étudier les autres procédés d'enregistrement électrique, qui sont l'emploi du papier électrochimique et les électro-aimants. Je n'ai

que peu de chose à dire du papier électro-chimique; il a été abandonné après avoir été accueilli avec une grande faveur, parce que la trace électro-chimique présente une terminaison très-incertaine; elle paraît même être notablement inférieure à l'étincelle d'induction.

» Quant aux électro-aimants, ils paraissaient complétement inadmissibles dans les circonstances particulièrement difficiles où j'étais placé, et c'est cependant à leur emploi que je me suis arrêté, après de longues recherches, qui ont été couronnées d'un succès complet. Je suis arrivé en effet à mesurer la durée d'un phénomène avec une erreur moindre que $\frac{1}{50000}$ de seconde, et cela avec des appareils très-petits, très-simples et peu coûteux. C'est le résultat de ces recherches que je me propose d'exposer dans une prochaine Communication. »

PHYSIQUE. — *Sur les mouvements de l'air dans les tuyaux.* Note de M. **Ch. Bontemps.**

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une seconde Note sur les expériences commencées à l'Administration des lignes télégraphiques en 1871, afin de rechercher les conditions de fonctionnement du système de correspondance désigné sous le nom de *télégraphie pneumatique*.

» L'expédition des dépêches dans ce mode de transport se fait au moyen de curseurs poussés dans les tubes par l'air comprimé. Dans la pratique, on a intérêt à connaître la relation qui existe entre la vitesse des curseurs et le travail de la machine produisant l'air comprimé. Pour arriver à découvrir cette relation, il faut décomposer la question et rechercher d'abord *la loi* du mouvement de l'air dans les tuyaux.

» L'observation, à l'aide d'un chronographe enregistreur, du passage du curseur à des repères fixes disposés sur le tube révèle deux faits :

» 1° Lorsque l'état permanent est établi, la vitesse du curseur est uniforme (1).

» 2° L'écart de deux pistons, qui ont un mouvement commun dans le tube, se maintient dans toute la portion du trajet à partir de laquelle existe le régime.

» A ce propos, il convient de remarquer que, lorsqu'une machine placée à la bouche d'un tube lui fournit régulièrement l'air que celui-ci débite pour pousser le curseur, il arrive, après un intervalle court succédant au

(1) Ce fait a été confirmé par M. Sabine, qui l'a vérifié aussi sur des appareils anglais.

moment de l'expédition, que le manomètre placé à l'origine du tube *se fixe*. On tire de cette indication la notion d'un état permanent succédant à une période d'état variable.

» Nous nous attacherons d'abord au cas de l'état permanent. Le moyen de le réaliser est simple : il faut produire un débit en renouvelant, au moyen d'une pompe marchant continuellement, l'air qu'on dépense.

» Les deux faits cités plus haut autorisent une supposition : le mouvement de l'air n'est-il pas celui d'un fluide de *densité constante* dans lequel, par conséquent, la pression et la température varient proportionnellement?

» S'il en est ainsi, on peut être tenté de faire l'application, à cette nouvelle classe de phénomènes, de la loi d'Ohm, qui régit le courant galvanique. Rappelons sommairement que, suivant cette loi, la distribution de la tension électroscopique (potentiel) est représentée par une droite inclinée sur l'axe des abscisses (longueurs comptées sur le conducteur), et que l'intensité du courant est mesurée par l'inclinaison de cette droite, ou, si l'on veut, par le rapport de l'ordonnée extrême (force électromotrice ou différence de potentiel) à la *longueur réduite* du circuit (résistance).

» Pour donner du corps à la fiction qui rattacherait au mouvement d'un fluide impondérable celui d'un fluide matériel, nous raisonnerons au point de vue où s'est placé M. Edlung, dans le but de fournir une représentation figurée du courant galvanique.

» M. Edlung explique la loi d'Ohm, en partant de cette conception, que le courant est une translation d'éther. Pour lui, les termes qui entrent dans la formule classique $\mathrm{I} = \frac{\mathrm{R}}{\mathrm{E}}$ s'interprètent ainsi : I est l'intensité du courant, c'est-à-dire la quantité d'électricité ou d'éther qui passe par seconde; on écrit : $\mathrm{I} = (d \times u)$, d étant la densité de l'éther, u la vitesse du mouvement de translation; d et u restant constants séparément dans toute l'étendue du circuit.

» E est la différence de tension produite par l'action de la pile.

» R est la résistance pour l'unité d'intensité de courant. Un avantage de cette interprétation, c'est que la résistance est envisagée, ainsi que dans l'hydraulique, comme une contre-pression opposée à la pression motrice, et qu'elle est proportionnelle à l'intensité du courant.

» Pour nous, dans le cas de l'air, la formule d'Ohm s'interpréterait ainsi :

» I est la quantité *en poids*, d'air passant par seconde;

» E est la charge sous laquelle se fait l'écoulement, c'est-à-dire la diffé-

rence de *pression* entre l'air sortant du corps de pompe et l'air atmosphérique. Nous supposons ici que le tube débite dans l'atmosphère, et que la pompe puise aussi à ce réservoir commun ; pour suivre l'analogie du courant électrique, nous serons dans le cas d'une pile alimentant un conducteur, le pôle négatif de la pile étant en contact avec la terre, le pôle positif relié à l'une des extrémités du conducteur, l'autre extrémité se trouvant en relation avec la terre.

» Une conséquence de nos prémisses, c'est que E représentera aussi, à une constante près, la différence de *température* entre l'air comprimé et l'air atmosphérique. R sera la résistance pour l'unité d'intensité de courant, définie comme dans l'électricité; ce terme fera entrer en ligne la nature du fluide et les dimensions de l'enveloppe par une relation que nous indiquerons ultérieurement.

» Avant de passer aux preuves par la voie des expériences, nous ferons une remarque pour aller au-devant d'objections qui se présenteront en foule.

» Comment admettre cette variation de température proportionnelle à la variation de pression (perte de charge), lorsqu'on voit, dans le cas de la pratique où ce réservoir de pression est maintenu à la température ambiante, les effets de chaleur très-peu accentués sur le parcours de la conduite? Nous rappellerons, à ce propos, que la loi d'Ohm subit une modification importante quand le courant électrique est exposé à des dérivations; nous montrerons qu'on peut traiter, par la méthode qui convient à ce cas, les problèmes de rayonnement de chaleur qui se présentent dans l'étude de l'écoulement de l'air.

» Nous dirons encore que, si les résultats annoncés semblent au premier abord différents des formules connues, ces formules sont assez diverses entre elles pour qu'il n'y ait pas témérité à supposer que cette diversité même est de nature à révéler les points omis dans les expériences antérieures; nous espérons tirer de la discussion de ces travaux une confirmation des théories d'Ohm et de Fourier. »

BALISTIQUE. — *Études sur les propriétés des corps explosibles;* par M. **F.-A. Abel**. Quatrième Mémoire (1). (Extrait.)

« Les résultats obtenus dans les diverses expériences relatives à la transmission de la détonation ont amené l'auteur à essayer de déterminer la

(1) Voir *Comptes rendus*, t. LXIX, p. 105, et t. LXXVIII, p. 1227, 1301 et 1362.

vitesse avec laquelle se transmet la détonation dans des conditions diverses. Il s'est servi, pour cela, du chronoscope électrique, inventé par le capitaine A. Nobel, cet appareil ayant déjà fourni des résultats satisfaisants, dans la détermination de la vitesse des projectiles dans l'intérieur d'un canon, entre les mains de la Commission que le gouvernement anglais avait chargée des études sur les substances explosibles.

» Dans cette série d'expériences, on a opéré avec du coton-poudre comprimé sec ou mouillé, avec du coton-poudre mêlé de nitrate de potassium, avec de la nitroglycérine ou de la dynamite, enfin avec de petites charges de coton-poudre insérées dans des tubes et séparées par des espaces intermédiaires considérables. Les disques de coton-poudre sec, de coton-poudre mouillé et ceux de coton-poudre mélangé de nitrate, employés dans ces expériences, avaient en général 76 millimètres de diamètre, et ils étaient disposés, soit en rangées continues ou traînées, l'un touchant l'autre, soit en rangées espacées par des intervalles définis et uniformes. On a aussi employé une rangée continue de disques, ayant 31 millimètres de diamètre, et reposant sur le côté, de sorte qu'ils représentaient une masse cylindrique continue. Au commencement de la traînée, un mince fil métallique isolé, faisant partie du circuit électrique primaire, et dont la soudaine rupture donne sur le chronoscope l'indication électrique de la vitesse de transmission, était fortement tendu sur le premier disque, et rigidement fixé au contact immédiat de la substance dont on voulait provoquer l'explosion. D'autres fils métalliques semblables étaient fixés de la même manière, à des distances uniformes de $0^m,304$, $0^m,605$, $1^m,219$ et $1^m,828$ les uns des autres. Pour déterminer la vitesse de transmission de la détonation dans des tubes, on employa des tuyaux à gaz en fer forgé, de 31 millimètres de diamètre; on y pratiqua, aux intervalles voulus, de petites perforations par lesquelles on fit passer les fils métalliques isolés. Les disques de coton-poudre auxquels la détonation devait être transmise, furent insérés dans les tubes, de manière à les mettre en contact immédiat avec ces fils bien tendus. Les traînées de dynamite furent arrangées de la même manière que celles du coton-poudre, et l'on employa celui-ci en charges comprimées de 76 millimètres de longueur et de 25 millimètres de diamètre, placées au bout ou bien à des distances définies les unes des autres. La nitroglycérine fut placée dans une auge en forme de V, à travers les parois de laquelle on fit passer transversalement aux intervalles voulus les fils métalliques isolés, de sorte qu'ils étaient immergés dans le liquide explosible.

» Les résultats d'expériences nombreuses avec le coton-poudre comprimé ont démontré que la vitesse de transmission de la détonation d'une masse à l'autre, lorsqu'elles sont en contact immédiat, varie entre 5320 mètres à 6080 mètres par seconde, et que cette vitesse est affectée par la densité de la matière explosible, mais qu'elle ne l'est ni par la différence de forme, ni par la disposition de chacune des masses de coton-poudre, ni par de considérables variations dans le poids de ces masses. Les expériences faites avec des disques de coton-poudre *espacés* ont démontré que la séparation des masses peut retarder la vitesse de transmission, et que la mesure de ce retard est déterminée par le rapport entre le poids de chacune des masses et l'étendue de l'espace qui les sépare. Avec du coton-poudre comprimé, contenant 15 pour 100 d'humidité, on a obtenu des résultats qui indiquaient une vitesse de transmission de la détonation, légèrement supérieure à celle qui est donnée par cette substance de même densité prise à l'état sec. Mais, lorsqu'on emploie du coton-poudre saturé d'eau, la vitesse de transmission de la détonation augmente d'une manière très-sensible ; elle était d'environ 6097 mètres par seconde avec du coton-poudre, lequel, dans l'état sec, donna une vitesse de transmission d'environ 5320 mètres. Avec du coton-poudre *nitraté*, mélange comprimé de cette substance et de salpêtre, la vitesse de transmission, comme on devait s'y attendre, est décidément inférieure à celle qu'on obtient avec la substance pure à l'état sec ; elle varie entre 4712 mètres et 4864 mètres par seconde.

» Les résultats obtenus avec la dynamite et la nitroglycérine, comparés à ceux que donne le coton-poudre, présentent des différences fort intéressantes, que l'on doit attribuer à la nature liquide de la substance explosible. La dynamite employée était sous forme de rouleaux ou cylindres comprimés, semblables en fermeté et en solidité à de l'argile ferme, mais peu plastique. On forma des rangées ou traînées de ces charges juxtaposées, bout à bout, et pressées ensemble de manière à ne former que des masses continues de $8^m,533$ et de $12^m,80$ de longueur. On les fit détoner au moyen d'une amorce fulminante du même genre que celle qu'on avait employée pour le coton-poudre, insérée dans un petit cylindre de coton-poudre ou dans une cartouche de dynamite, et que l'on plaça à l'une des extrémités de la traînée. La vitesse de transmission de la détonation varia entre 5928 mètres et 6566 mètres par seconde ; elle était par conséquent décidément supérieure à celle obtenue avec du coton-poudre sec comprimé, et bien certainement égale à celle obtenue avec du coton-poudre saturé d'eau.

» Cependant la séparation des cartouches ou cylindres, par des inter-

valles de 13 millimètres, eut pour effet un retard bien plus considérable que celui qui était résulté d'une séparation identique pour des masses de coton-poudre comprimé. La vitesse moyenne de transmission le long des masses de dynamite espacées, dans une expérience remarquable par la grande uniformité de la vitesse dans les différentes parties de la traînée, ne fut que de 1896 mètres par seconde. Avec des masses de coton-poudre du même poids et de la même longueur que les cartouches de dynamite, et séparées par des intervalles de 13 millimètres, la vitesse moyenne de transmission, dans deux expériences, fut de près de 5180 mètres par seconde. En employant la nitroglycérine à l'état pur, c'est-à-dire liquide, la détonation étant déterminée à une extrémité des traînées, au moyen d'une cartouche de dynamite, la vitesse de transmission obtenue ne fut que de 1672 mètres par seconde. Ces résultats furent les mêmes dans deux expériences, bien que, dans l'une d'elles la quantité de nitroglycérine sur une longueur donnée de la traînée fût double de celle employée dans l'autre (1).

» Il se pourrait que, si l'on augmentait considérablement la quantité de nitroglycérine employée, la vitesse de transmission de la détonation augmentât aussi ; mais il n'y a pas de doute que la mobilité et l'élasticité du liquide, et, par suite, la facilité avec laquelle il cède à une force mécanique, lorsqu'il n'est pas renfermé, n'agissent de manière à contrarier la transmission de la détonation dans une masse de nitroglycérine, *librement exposée* à l'action du détonateur.

» M. Abel espère avoir les moyens et l'occasion d'étendre ces intéressantes expériences, et de rechercher quel serait l'effet produit sur la vitesse de transmission de la détonation le long de masses continues de nitroglycérine aussi bien que de coton-poudre, ces agents explosibles étant renfermés dans des vases clos, tels que des tubes à paroi épaisses.

» Les détails numériques fournis par ces expériences prouvent suffisamment la confiance que méritent les résultats obtenus dans les déterminations de vitesse ; elles démontrent l'uniformité de vitesse dans la transmission de la détonation le long de traînées d'une longueur considérable, composées de masses distinctes de la substance explosible, même lorsque des intervalles séparent ces masses les unes des autres. Avec des traînées

---

(1) La quantité de nitroglycérine employée sur une longueur donnée de la traînée correspondait à celle qu'on avait employée dans certaines expériences faites avec le coton-poudre et qui avaient donné pour résultat une vitesse de transmission de la détonation variant entre 5487 mètres et 6400 mètres par seconde.

de $12^m,18$ à $15^m,23$ de longueur, la détonation voyageait pour les deux derniers mètres avec la même vitesse que dans la première partie de la traînée.

» Les chiffres suivants représentent les vitesses de transmission de la détonation le long d'une traînée, composée de disques de coton-poudre comprimé, contenant 30 pour 100 d'eau; ces vitesses étant mesurées à des intervalles successifs de $1^m,85$ étaient : $5928^m,3$; $5925^m,3$; $5901^m,8$; $6084^m,3$.

» Il n'en était pas ainsi de la transmission de la détonation dans des tubes à des masses de coton-poudre séparées par de grands intervalles. Le temps écoulé entre la détonation de la charge initiale à l'une des extrémités du tube et celle de la première charge placée à 1 mètre de distance était quelque peu variable et correspondait à une vitesse de 3000 mètres à 3900 mètres par seconde; la vitesse de transmission subséquente d'une charge à l'autre était passablement uniforme, mais considérablement inférieure, la moyenne n'étant que de 1800 mètres par seconde.

» Dans une expérience faite avec des charges réduites, la détonation se transmit, comme à l'ordinaire, aux trois premières masses séparées; mais, la quatrième masse et les suivantes firent simplement explosion sans détoner. Les portions du tube où elles étaient placées ne furent point endommagées, mais les fils métalliques furent brisés à l'endroit occupé par chacune des charges, indiquant une vitesse de transmission de l'*explosion* d'une masse à l'autre de 450 mètres à 640 mètres par seconde.

» Ces expériences, effectuées avec des tubes, ont montré que, lorsqu'il existe entre la quantité de la substance explosible, le diamètre du tube et l'intervalle qui sépare les charges un rapport suffisant pour assurer la transmission de la détonation, la vitesse de cette transmission est d'environ le tiers de celle que l'on obtient en opérant sur une masse continue ou sur une traînée de masses de la même substance. »

CHIMIE. — *Note sur la décomposition du tungstate et du molybdate de soude par le sel ammoniac;* par M. F. Jean.

« Dans le but d'obtenir de l'acide tungstique, je fis bouillir une solution de tungstate de soude avec du sel ammoniac. Il se produisit un fort dégagement d'ammoniaque, et, après quinze à vingt minutes d'ébullition, je vis apparaître dans la liqueur, restée limpide jusqu'alors, de petits cristaux blancs, brillants, très-denses, dont la quantité augmenta avec la durée de l'ébullition.

» J'ajoutai à diverses reprises du sel ammoniac pour saturer la soude du tungstate, et je prolongeai l'ébullition pendant plus d'une heure, sans pour cela voir cesser le dégagement d'ammoniaque. Je pris alors la réaction de la liqueur, et, contrairement à ce que j'attendais, j'obtins une réaction nettement acide.

» Je laissai refroidir la solution, et j'en séparai le précipité, formé dans le cours de l'ébullition, et qui avait augmenté notablement pendant le refroidissement.

» Cette matière cristalline offre une réaction acide; elle est insoluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, d'où elle se précipite par le refroidissement en lamelles brillantes. Traitée par l'acide azotique, elle abandonne de l'acide tungstique d'un jaune pur; soumise à la calcination au rouge, elle dégage de l'ammoniaque et laisse un résidu verdâtre, à reflets métalliques, d'acide tungstique mélangé d'une petite quantité d'oxyde bleu de tungstène. Sa solution aqueuse n'est pas précipitée par l'azotate d'argent ammoniacal.

» Cette matière présente donc les caractères d'un tungstate acide d'ammoniaque; après avoir été desséchée à l'étuve à 100 degrés, elle offre la composition suivante :

Acide tungstique	89,856
Ammoniaque (AzH^3, HO)	8,258
Eau combinée	1,886

composition presque identique à celles du tungstate octogone et du paratungstate d'ammoniaque cristallisé à chaud, analysés par M. Marignac.

» La liqueur séparée par filtration du tungstate acide d'ammoniaque n'offre qu'une réaction légèrement acide. Portée de nouveau à l'ébullition, elle dégage de l'ammoniaque, laisse déposer une certaine quantité de précipité cristallin et accuse une réaction acide très-nette. Refroidie, puis filtrée, elle ne présente plus qu'une faible acidité. Traitée par l'alcool, cette liqueur donne un précipité blanc amorphe d'un tungstate d'ammoniaque très-peu acide, soluble dans l'eau froide. Dans la solution aqueuse de ce sel, l'acide azotique produit un précipité jaunâtre et l'azotate d'argent un précipité blanc qui se dissout dans l'acide azotique et ne se reforme pas par une addition d'ammoniaque.

» Le molybdate de soude, soumis à l'ébullition avec le sel ammoniac, se décompose de la même manière que le tungstate de soude. Le sel acide, précipitable à chaud, est amorphe; par la calcination au rouge, il dégage son

ammoniaque et laisse un résidu d'un noir bleuâtre composé d'acide molybdique et d'une certaine quantité de deutoxyde de molybdène. Si, avant de calciner ce sel, on le traite par l'acide azotique, on obtient de l'acide molybdique pur.

» Ce molybdate acide d'ammoniaque présente la composition suivante :

Acide molybdique	87,50
Ammoniaque	7,85
Eau combinée	4,65

qui correspond sensiblement à la formule $(AzH^3HO)^2 (MbO^3)^5, HO$.

» Si, dans la liqueur séparée du molybdate acide, on ajoute une grande quantité d'alcool, on obtient une masse cristalline qui, desséchée à 100 degrés, renferme

Acide molybdique	78,70
Ammoniaque	11,10
Eau	10,20

» Le tungstate et le molybdate de soude se décomposent donc d'une manière identique, lorsqu'ils sont maintenus en ébullition avec le sel ammoniac ; le chlore du chlorure d'ammonium sature la base du sel métallique dont l'acide se combine immédiatement avec l'ammoniaque mise en liberté, pour former un sel alcalin qui, ainsi que l'a signalé M. Persoz pour le tungstate d'ammoniaque, se transforme sous l'influence de l'ébullition en un sel acide, qui perd aussi de l'ammoniaque, puisque, bien que la solution soit franchement acide, elle dégage encore de l'ammoniaque à l'ébullition. J'ai, du reste, reconnu que la même chose avait lieu, lorsqu'on dessèche ce sel à — 100°. Ces faits rendent compte des différences que peut présenter la composition du tungstate acide d'ammoniaque.

» Comme la décomposition du tungstate et du molybdate de soude par le sel ammoniac offre la réaction assez remarquable d'une liqueur acide qui dégage de l'ammoniaque, à l'ébullition, et de sels ammoniacaux prenant naissance dans une solution sodique, elle m'a paru digne d'être signalée. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la constitution des argiles.* Note de M. Th. Schlœsing.

« Dans une Communication récente, j'ai donné le moyen de déterminer la proportion d'argile dans une terre arable : il consiste à traiter la terre successivement par un acide étendu, l'eau pure et l'eau alcalisée.

L'argile entre en suspension, et peut être séparée des sables qui l'accompagnent.

» Aujourd'hui, je ferai connaître quelques faits nouveaux, relatifs à la constitution des argiles, et découverts à la suite d'une observation que je vais indiquer.

» Lorsqu'on agite avec une baguette de verre une liqueur chargée d'argile, le tourbillonnement des veines liquides est, le plus souvent, très-nettement indiqué par une multitude de reflets de la lumière, indice certain de la présence de paillettes cristallines; cet effet est encore mieux marqué, quand on multiplie les veines par des coups secs de l'agitateur au sein du liquide, dans le voisinage de la paroi du vase.

» Si cette expérience était faite aussitôt après la mise en suspension de l'argile, on pourrait attribuer l'effet observé à des parcelles très-fines de sables micacés; mais elle réussit encore aussi bien lorsque le liquide, reposé pendant vingt-quatre heures, est séparé du dépôt sableux par décantation. Si on l'abondonne de nouveau au repos pendant plusieurs jours, on en extrait encore un dépôt qui présente cette singularité, de ne se former que sur une étroite bande circulaire bordant le fond du vase. Séparé du liquide et délayé dans l'eau pure, ce dépôt est miroitant à un haut degré; recueilli sur un filtre et soumis à l'action d'une température croissante, il perd de 7 à 12 pour 100 d'eau entre 150 degrés et la chaleur rouge; l'analyse-t-on ensuite, on le trouve essentiellement composé de silice et d'alumine, avec un peu de magnésie et de 2 à 4 pour 100 de potasse : c'est donc un silicate d'alumine hydraté, comme l'argile, mais de plus cristallin.

» Les argiles dites *plastiques* déposées en amas ou en couches dans divers terrains géologiques présentent, en général, les mêmes phénomènes, quand elles ont été traitées de la même manière.

» Il y a donc deux sortes d'argile essentiellement différentes : l'une, cristalline, se comporte au sein de l'eau comme toute poussière minérale et tend à se déposer; l'autre, amorphe, demeure en suspension dans l'eau alcalisée.

» La première peut bien atteindre un extrême degré de ténuité : j'ai rencontré, en effet, des argiles qui miroitent encore après un mois de repos; peut-être les particules cristallines sont-elles retenues et comme portées par l'argile amorphe. Toutefois, si déliées qu'elles puissent être, ces particules sont des agglomérations cristallines révélées par des reflets lumineux, et, d'ailleurs, visibles sous le microscope.

» La seconde, au contraire, semble se diviser à l'infini dans l'eau alcalisée. Le microscope ne peut saisir, dans le liquide, que des parcelles de matières solides évidemment étrangères.

» Les dépôts, formés à la longue par les argiles cristallines, ne prennent, en séchant, qu'un degré de cohésion comparable à celui que toute poudre minérale acquiert en pareil cas : les argiles amorphes, au contraire, possèdent à un haut degré les caractères qui définissent l'argile; elles durcissent par la dessiccation; elles cimentent énergiquement les sables qu'elles enveloppent; elles sont éminemment plastiques. Leurs propriétés permettent, je crois, de les classer parmi les corps colloïdaux. Comme eux, elles soudent, elles *collent*, se délayent, se divisent dans l'eau et y demeurent suspendues, mais en sont précipitées par de très-faibles quantités de sels et d'acides divers, semblables en cela à la silice et à l'alumine colloïdales, préparées par Graham; enfin elles se combinent avec des corps essentiellement colloïdaux, comme les humates des terres arables.

» Quant aux argiles cristallines, il n'y a pas lieu d'être surpris de leur existence et de leur extrême diffusion. On sait depuis longtemps que les kaolins sont composés de particules cristallisées dont les formes on été définies à l'aide du microscope.

» En retrouvant cette espèce dans les terres arables et les argiles, je ne fais que généraliser une observation déjà ancienne et peut-être trop oubliée.

» En réalité, le kaolin, ou plutôt les argiles cristallines (il y en a plusieurs espèces différant par leur composition), est infiniment plus répandu qu'on ne l'a cru jusqu'ici, en ne considérant que des gisements restreints. Entre le kaolin et ces argiles, il doit y avoir communauté d'origine; mais les conditions locales leur ont fait des destinées différentes. L'une est restée à la place où elle a été formée, elle y a gardé sa pureté; les autres ont été entraînées par les eaux, charriées, disséminées et finalement déposées à l'état de mélange avec des argiles plastiques et une foule d'autres matériaux pulvérulents.

» On comprendra sans peine comment cette diffusion des argiles cristallines est restée ignorée jusqu'à présent. Lorsqu'on coagule par un sel calcaire ou un acide une argile miroitante suspendue dans l'eau, les reflets de lumière disparaissent à l'instant même où la coagulation est produite ; et, en effet, le groupement des particules, quel qu'il soit, que nous appelons *coagulation*, doit empêcher la lumière d'atteindre leurs facettes cristallines et arrêter les réflexions, tandis que les incidences et les réflexions s'opèrent en toute liberté quand les particules flottent isolées dans l'eau. Or, dans

la nature, les argiles sont généralement à l'état coagulé ; délayées dans l'eau pure, elles refusent de rester en suspension et ne tardent pas à former des flocons qui tombent au fond des vases. Il faut les faire passer par les traitements que j'ai indiqués et qu'on n'avait eu aucune raison d'essayer jusqu'à présent, pour détruire la coagulation, et produire du même coup la suspension de l'argile colloïdale et le miroitement de l'argile cristallisée.

» Les deux sortes d'argiles sont ordinairement mêlées dans les sols et les dépôts argileux, dans les proportions les plus diverses. L'argile de Vanvres, par exemple, est presque uniquement composée d'argile colloïdale; après le dépôt de sable, elle n'abandonne plus rien. Il en est d'autres où l'argile cristalline domine si bien, qu'après un long repos l'eau devient presque limpide.

» Il est clair que de pareilles différences tenant à l'état physique et non à la composition chimique, l'analyse élémentaire n'a pu rien apprendre sur les propriétés recherchées par l'industrie. Une analyse immédiate, faisant connaître les proportions des deux argiles, serait bien plus profitable; on obtiendra des résultats suffisamment approchés pour la pratique, en abandonnant à un repos prolongé les argiles traitées comme je l'ai dit pour la mise en suspension.

» Si maintenant on introduit les notions ci-dessus résumées dans l'étude des terres arables, on jugera que la détermination de l'argile, telle que je l'ai enseignée récemment, ne peut plus suffire. Il faut que l'analyse, poussée plus loin, dose les deux sortes d'argile, et surtout l'argile colloïdale, à cause de ses importantes fonctions dans les sols; l'autre n'est, à tout prendre, qu'un sable d'une extrême finesse. Je ne vois encore d'autre moyen de séparation que le repos que je viens de proposer pour les argiles industrielles.

» Dans l'espoir de découvrir la composition des argiles cristallines et colloïdales, j'ai analysé un certain nombre de produits extraits des terres arables, déposés au sein de liqueurs argileuses ou demeurés longtemps en suspension. Je ne suis arrivé à constater, chez les uns et les autres, qu'une proportion de potasse très-supérieure à celle qu'on trouve dans les kaolins et les autres argiles. J'ai compris alors que je commençais mal mes recherches en considérant d'abord le cas le plus complexe; en effet, les argiles *rurales* ont été exposées, depuis des milliers d'années, à diverses causes d'altération : l'action continue des dissolutions de bicarbonate de chaux, des sels alcalins des engrais; le contact des poils radiculaires des végétaux; leur combinaison avec des matières noires de la terre arable qui y apportent la

silice, l'alumine, la chaux, l'oxyde de fer qu'elles ont la propriété de dissoudre. Changeant de voie, j'ai commencé mes recherches par l'étude du kaolin, qui passe pour l'argile la plus pure, la moins complexe; et, sans abandonner le point de vue agricole, je les continue par l'examen d'argiles très-diverses. J'espère que ces recherches intéresseront à la fois la science pure et l'industrie.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie le résultat de mes études sur le kaolin. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'identité du bromoxaforme et de l'acétone pentabromée.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Cahours.

« En traitant le citrate de potassium en solution aqueuse par un excès de brome, M. Cahours (1) a obtenu du bromoforme et un corps cristallisé en aiguilles fusibles à 75 degrés, fournissant par l'ébullition avec la potasse concentrée du bromoforme et de l'acide oxalique. Pour rappeler cette réaction, il donna au nouveau composé le nom de *bromoxaforme*, et le représenta par la formule $C^3HBr^5O^2$.

» Quelques années après, M. Stadeler (2), en soumettant à l'action du chlorate de potassium et de l'acide chlorhydrique l'acétone, l'acide citrique, l'acide quinique et diverses autres substances, constata la production d'acétone pentachlorée C^3HCl^5O. Il y avait donc lieu de penser que le brome agissait d'une façon analogue sur l'acide citrique, et que le bromoxaforme était identique avec l'acétone pentabromée.

» M. Cahours avait lui-même supposé cette identité, et, dans l'intention de soumettre les deux corps à un examen comparatif, il avait préparé de l'acétone bromée, qu'il a bien voulu mettre à ma disposition. Il se proposait de commencer l'étude de ces composés, quand parut sur ce sujet une Note de M. Cloëz, qui semblait résoudre la question (3).

» M. Cloëz considéra le bromoxaforme comme identique avec l'acétate de méthyle pentabromé et avec un corps dérivé de l'action du brome sur l'alcool méthylique qu'il avait d'abord appelé *parabromalique*.

» Les résultats signalés par M. Cloëz méritent d'être discutés. L'acide citrique, en effet, donnant de l'acétone par les agents oxydants, il est fa-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XIX, p. 488, 1847.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLII, p. 226, 1854; et *Répertoire de Chimie pure*, p. 25, 1860.

(3) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 1120, 1861.

cile de comprendre que le brome se comporte comme un oxydant avec les solutions aqueuses de citrate de potassium, et fournisse des dérivés bromés de l'acétone. Il serait, au contraire, en dehors de toutes les analogies que l'acide citrique donnât naissance à de l'acétate de méthyle pentabromé. Enfin, la production de ce même corps par l'action du brome sur l'alcool méthylique en l'absence de l'eau serait un fait singulier et dont on se rend difficilement compte.

» M. Mulder qui, en 1864 (1), étudia l'action du brome sur l'acétone admit l'identité du bromoxaforme et de l'acétone. Il fit remarquer cependant que le bromoxaforme, au rapport de M. Cahours, donne du brome libre sous l'influence de la chaleur, tandis qu'il n'avait pas observé cette réaction avec l'acétone pentabromée. Comme il ne soumit pas les deux corps à un examen comparatif, il n'apporta aucune preuve à l'appui de son opinion, qui ne fut pas admise.

» Ayant préparé récemment les dérivés bromés de l'acide pyruvique, dans l'obtention desquels il se fait de petites quantités d'acétone pentabromée, j'ai été amené à étudier ce dernier corps et à le comparer au bromoxaforme.

» De cet examen, j'étais arrivé à conclure que ces deux corps sont identiques, lorsque parut il y a quinze jours, dans le *Journal de la Société chimique* de Berlin, un Mémoire de M. Steiner, qui confirmait la production du bromoxaforme, dans l'action du brome à 150 degrés sur l'acétate de méthyle.

» J'ai répété l'expérience en me mettant dans les conditions indiquées par M. Steiner, et je n'ai pas à modifier mes conclusions qui sont basées sur les faits suivants :

» Ni l'alcool méthylique, ni l'acétate de méthyle n'est attaqué à froid par le brome, contrairement à l'opinion de M. Cloëz, qui dit avoir obtenu du bromoxaforme, *très-facilement et en grande quantité, en versant du brome dans l'éther méthylacétique*.

» J'ai laissé un excès de brome en contact avec l'alcool méthylique et l'acétate de méthyle pendant plus d'un mois, sans qu'il y ait eu réaction et sans qu'il se soit dégagé une trace d'acide bromhydrique.

» En opérant suivant les indications de M. Steiner, chauffant à 150 degrés, pendant quelques heures, 1 molécule d'acétate de méthyle et 5 atomes de brome, distillant jusqu'à 190 degrés le produit de la réaction,

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 287, 1864.

on observe que le résidu formé d'acides bromacétiques est entièrement soluble dans l'eau et ne renferme pas de bromoxaforme.

» J'ai ensuite comparé le bromoxaforme obtenu au moyen des citrates alcalins à l'acétone pentabromée, dont j'ai eu plusieurs échantillons, l'un donné par M. Cahours, les autres que j'ai préparés au moyen d'acétone pure, en suivant les indications de M. Mulder.

» Tous deux sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'eau et l'alcool, présentant la même odeur, très-faible à froid, forte et désagréable à chaud. Par le refroidissement rapide d'une solution alcoolique saturée à l'ébullition, ils se séparent en petites aiguilles brillantes et fragiles, présentant le même aspect. Par l'évaporation très-lente d'une solution éthérée, ils forment de grands prismes terminés par un double biseau, et dont l'examen de la forme cristalline montre l'identité.

» L'un et l'autre fondent à 75 degrés et par le refroidissement se solidifient en une masse radiée. Ils distillent, quoique difficilement, avec la vapeur d'eau, en subissant une légère décomposition.

» Chauffés dans un petit tube, ils donnent tous les deux du charbon, un sublimé cristallisé et du brome libre, ainsi que l'avait observé M. Cahours.

» Avec les alcalis, potasse, soude, ammoniaque, ils donnent du bromoforme et du bromure; mais je n'ai jamais observé la production d'oxalate. La formation de ce dernier dépend probablement de la concentration de la liqueur alcaline.

» Avec l'eau de baryte, ils donnent du carbonate et du bromoforme sans oxalate.

» Enfin le dosage du brome dans le bromoxaforme et dans l'acétate pentabromé a donné des chiffres qui conduisent à la formule C^3HBr^5O, et non à celle de l'acétate de méthyle pentabromé $C^3HBr^5O^2$.

» Des faits précédents il résulte :

» 1° Que l'acétate de méthyle et l'alcool méthylique ne sont pas attaqués à froid par le brome;

» 2° Qu'à 150-170 degrés l'acétate de méthyle est transformé en bromure de méthyle et en acides bromacétiques;

» 3° Que le corps formé par l'action du brome sur les citrates alcalins est de l'acétone pentabromée;

» 4° Que les corps chlorés obtenus par Plantamour dans l'action du chlore sur l'acide citrique et les citrates sont des dérivés chlorés de l'acétone, comme l'avait dit Staëdeler, et non des dérivés de l'éther méthylacétique, comme l'a avancé M. Cloëz.

» Comment expliquer, maintenant, que ce chimiste distingué soit tombé dans une erreur répétée par M. Steiner ? Elle me semble provenir de ce que MM. Cloëz et Steiner ont eu entre les mains de l'alcool méthylique riche en acétone, et cet alcool méthylique a fourni un acétate de méthyle plus riche encore en acétone, puisque l'un et l'autre ont le même point d'ébullition.

» J'ai employé dans mes recherches de l'acétate de méthyle, dont on avait constaté la pureté par une analyse élémentaire et un dosage d'acide acétique, et de l'acétone purifiée par sa combinaison avec le bisulfite de soude.

» Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Études expérimentales sur l'influence des injections de bile sur l'organisme.* Note de MM. **V. Feltz** et **E. Ritter**, présentée par M. Ch. Robin.

« Pour étudier les effets des injections de bile dans le sang, les auteurs se sont servis de quantités variables de bile fraîche dont la composition chimique était connue. Les injections ont été faites dans le système veineux.

» Il résulte de ces recherches un fait général, c'est que la bile introduite dans le sang ne produit jamais la coloration ictérique, mais des accidents plus ou moins graves, même mortels, lorsque la dose est suffisante ou que l'élimination par les sécrétions n'est pas très-rapide.

» *Accidents nerveux.* — Les animaux intoxiqués présentent des crises convulsives, tétaniformes, qui amènent, lorsque la dose de bile est élevée, le coma, l'insensibilité, bientôt suivis de la mort.

» *Pouls et température.* — Le nombre des pulsations cardiaques subit une légère diminution : la température s'abaisse de 1 ou 2 degrés, suivant les doses.

» *Phénomènes généraux.* — Une salivation prononcée, des vomissements de matières biliaires, des diarrhées bilieuses, quelquefois sanguinolentes, suivent toujours l'injection de la bile à haute dose.

» *Sang.* — Le sérum du sang se charge de granulations graisseuses. Le globule s'altère ; ce fait est démontré par la tendance à la diffluence et la perte d'élasticité de ces éléments. L'analyse chimique démontre du reste que le sang retiré des veines d'un animal intoxiqué contient bien moins d'oxy-

gène et plus d'acide carbonique que le sang d'un animal bien portant. Le sang des animaux malades agité avec de l'oxygène ne fixe pas ce gaz dans la même proportion que celui d'un animal sain. La proportion des corps gras augmente ainsi que celle de la cholestérine.

» *Urines.* — La quantité d'urine éliminée paraît légèrement augmentée. La proportion d'urée est considérable. L'albumine n'apparaît dans les urines que lorsque la dose de bile injectée est un peu forte.

» Les matières colorantes de la bile, celles qui traitées par l'acide azotique se manifestent par une coloration bleue, verte et rouge, n'existent que lorsque la dose de bile injectée a été considérable, mais on voit toujours, très-peu de temps après l'injection, apparaître une matière qui présente beaucoup d'analogie avec l'*indican.*

» Les urines ne deviennent de couleur sanguinolente que lorsque l'animal périt rapidement; ce ne sont pas des globules sanguins que l'on trouve dans l'urine, mais une solution d'hémoglobine. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur le pied de derrière de l'*Hyænodon parisiensis. Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Gervais.

« Le genre Hyénodon a été primitivement établi par MM. de Laizer et de Parieu sur l'examen d'une mâchoire inférieure très-bien conservée trouvée à Cournon (Puy-de-Dôme).

» Dujardin montra ensuite que ce genre présente les caractères observés sur un fossile des gypses parisiens, que Cuvier avait regardé comme un animal intermédiaire aux Ratons et aux Coatis et en même temps ceux du Thylacyne des plâtrières indiqué par le même auteur.

» De Blainville a admis le genre Hyénodon, mais sans accepter le rapprochement proposé par Dujardin; au contraire, M. P. Gervais a apporté de nouveaux arguments en faveur de cette manière de voir lorsqu'il a pu étudier des fossiles analogues récoltés auprès d'Apt et auprès d'Alais.

» Sans réunir toutefois les Hyénodons et les Ptérodons dans un genre unique, M. P. Gervais n'a pas hésité à rapprocher ces animaux l'un de l'autre ainsi que du prétendu Thylacyne de ce célèbre anatomiste; mais il a montré en même temps que c'était avec les Monodelphes carnivores et non avec les Marsupiaux qu'il fallait les placer.

» La découverte que j'ai faite récemment dans une plâtrière de Romainville, d'une portion d'humérus, et, dans le gypse de Rosny, d'un pied de derrière, à peu de chose près complet, auprès duquel était une portion de

cubitus, vient confirmer d'une manière rigoureuse l'assertion de M. P. Gervais.

» L'humérus est, comme ceux trouvés dans l'éocène du Midi, pourvu d'une large perforation de la fosse olécranienne et d'un trou suscondyloïdien. Cet humérus appartient, sans aucun doute, à l'*Hyænodon parisiensis*. En effet, il est inférieur d'un tiers environ en dimension à celui du Ptérodon, qui est le prétendu Thylacyne de Cuvier.

» Ce pied de derrière manque malheureusement de son calcanéum, et il ne possède pas toutes ses phalanges; mais on y voit l'astragale, le scaphoïde, les trois cunéiformes, le cuboïde, les cinq métatarsiens dont trois, les premier, quatrième et cinquième, entiers, quatre phalanges, celles des premier, second, quatrième et cinquième orteils, la phalangine du second doigt et deux phalangettes ou phalanges onguéales, celles des premier et second doigts.

» C'est la pièce la plus complète que l'on ait encore trouvée pour la connaissance du pied de derrière.

» Si l'on considère la forme générale de ce pied, il est assez robuste, et sa structure n'exclut pas la possibilité que l'animal dont il provient ait eu des habitudes aquatiques, ainsi qu'on l'a déjà supposé, d'après la position reculée des arrière-narines.

» L'astragale a bien la forme de ceux d'Apt, qui ont été attribués, par M. P. Gervais, à l'Hyénodon. Le cubitus est exactement semblable à celui qu'a figuré Cuvier, et tout porte à penser qu'il s'agit bien de l'*Hyænodon parisiensis* plutôt que du *Pterodon dasyuroides* qui en est d'ailleurs très-peu différent. »

M. **Chasles** fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, des livraisons de septembre, octobre et novembre 1873 du *Bullettino di bibliographia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*. La première de ces livraisons est consacrée à une analyse, due à M. P. Mansion, de l'Ouvrage de M. Hermite, publié récemment sous le titre de *Cours d'Analyse de l'École Polytechnique;* 1 vol. in-8°. Les livraisons suivantes renferment de nouvelles Notes de MM. Menabrea et Genocchi, relatives à la série de Lagrange.

M. **Chasles** présente aussi à l'Académie les livraisons de mars et avril 1874 du *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*. Ces deux livraisons renferment, indépendamment d'une revue très-étendue des pu-

blications périodiques, une analyse due à M. Darboux, de l'Ouvrage important de M. J. Booth : *A Treatise on some new geometrical Methods...* London, 1873, 2 vol. in-8°. Une Note étendue de M. Hoüel sur l'Ouvrage de M. Tait : *An elementary Treatise on Quaternions*, 1873, in-8°, et l'Ouvrage de M. Kelland : *Introduction to Quaternions, with numerous Examples*, 1873. Enfin une Note sur les équations générales de la théorie mathématique de l'élasticité, en coordonnées curvilignes, de M. Maurice Levy.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MAI 1874.

(SUITE.)

Proceedings of the royal Society of Edinburgh, session 1872-1873. Edinburgh, 1874; in-8°.

The pharmaceutical Journal and Transactions; february, march 1874. London, J. and A. Churchill, 1874; 2 nos in-8°.

Journal of the chemical Society; january 1874. London, J. Van Voorst, 1874; in-8°.

Proceedings of the royal geographical Society; vol. XVIII, nos 1, 2. London, 1874; 2 liv. in-8°.

Geological Survey of Canada. Report on the fossil plants of the Lower carboniferous and Millstone grit formations of Canada; by J.-W. DAWSON. Montreal, J. Lovel, 1873; in-8°.

Osservazioni addizionali intorno alla brevità del femore di Æpyornis del prof. G.-G. BIANCONI. Bologna, tip. Gamberini, 1874; in-4°.

Dimostrazione geometrica della erroneità della spiegazione risguardante il fenomeno della deviazione del piano d'oscillazione del pendulo, esposta in molti trattati di fisica. Nota di D. TESSARI. Milano, tip. Bernardoni, 1874; opuscule in-8°.

Separat-abdruck aus den Annalen der Physik und Chemie, herausgegeben zu Berlin; *von* J.-C. POGGENDORFF, *Ueber verschiedene Formen des virials von* R. CLAUSIUS. Leipzig, sans date, J.-A. Barth; br. in-8°.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 18 Mai 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 21 (25 Mai 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MAI 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie qu'il vient de recevoir l'avis officiel de la mort de M. *Antoine-Marie-Rémy Chazallon*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Géographie et Navigation, décédé, à l'âge de soixante-dix ans, à Désaignes (Ardèche), le 23 décembre 1872.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Note sur le mouvement du pendule conique, en ayant égard à la résistance de l'air;* par M. H. **Resal.**

« 1. Dans une de mes dernières leçons à l'École Polytechnique, M. Rozé, conservateur des collections, a fait quelques expériences sur le pendule conique, qui avaient principalement pour objet de faire constater, par les élèves, le déplacement angulaire progressif de l'ellipse décrite, en projection horizontale, par le centre de la sphère pesante terminant le pendule.

» A cet effet, M. Rozé avait placé sur la table du professeur, dont l'extrémité du pendule à l'état de repos était très-voisine, un papier enduit de noir de fumée. La sphère pesante portait, dans une direction diamétralement opposée à celle du fil, un tube dans lequel glissait à frottement doux une pointe qui a laissé des traces sur le papier.

» Il m'a semblé que la décroissance des arcs d'écart maxima était un peu plus rapide lorsque la masse du pendule recevait à l'origine une vitesse horizontale que lorsque l'on se plaçait dans les conditions de l'expérience de Foucault.

» J'ai cru devoir attribuer ce fait à la résistance de l'air, et c'est ce que justifie l'analyse suivante, dans laquelle j'ai supposé que cette résistance est proportionnelle au carré de la vitesse.

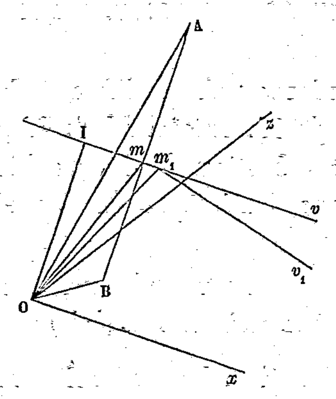
» J'ai négligé la vitesse de rotation de l'ellipse, qui est relativement très-faible, de sorte que je n'ai eu, en définitive, qu'à résoudre le problème suivant :

» *Un point matériel se meut sous l'action d'une force dirigée vers un centre fixe et proportionnelle à la distance du mobile à ce centre, sous l'action de laquelle il décrirait une ellipse; déterminer les variations des éléments de l'ellipse résultant d'une action d'une force perturbatrice comprise dans le plan de la courbe.*

» 2. *Équations générales.* — Soient

O le centre d'attraction;

m la position du mobile au bout du temps t;



V la vitesse correspondante, représentée par la droite mv;

$q =$ OI la distance de mv au point O.

r le rayon vecteur Om;

ε l'angle ImO;

$\varphi = \mu^2 r$ l'accélération centrale;

Ψ l'accélération due à la force perturbatrice;

Ψ' et Ψ'' ses composantes suivant mv et la perpendiculaire en m à Om;

m_1 la position du mobile au bout du temps $t + dt$;

$V_1 = m_1 v_1$, q_1 la vitesse en ce point et sa distance au centre O;

$ds = V dt$ l'élément de chemin mm_1;

a, b le demi-grand axe et le demi-petit axe de l'ellipse que décrirait le mobile, si, arrivé en m_1, il ne possédait que l'accélération φ.

Le principe des aires donne

$$Vq = \mu ab,$$

d'où

$$(1) \qquad ab = \frac{V}{\mu} q.$$

» Il suit de là que $\frac{V}{\mu}$ et r sont deux diamètres conjugués de l'ellipse, et, comme conséquence, que l'on a la relation

$$(2) \qquad a^2 + b^2 = \frac{V^2}{\mu^2} + r^2.$$

Si, sur la perpendiculaire en m à mv, on porte à partir et de part et d'autre de m les longueurs mA, mB égales à $\frac{V}{\mu}$, on aura $a = \text{OA}$, $b = \text{OB}$, et le grand axe de l'ellipse sera dirigé suivant la bissectrice Oz de l'angle AOB.

» La vitesse V_1 étant la résultante de V, φdt, Ψdt, on a

$$V_1 q_1 = Vq + \Psi''_r dt,$$

d'où

$$(3) \qquad d.Vq = \Psi'' r dt = \Psi'' \frac{r}{V} ds,$$

par suite

$$d.ab = \frac{\Psi'' r}{\mu V} ds.$$

$$(4) \qquad a db + b da = \frac{\Psi'' r}{\mu V} ds.$$

» Si l'on remarque que $V_1 - V = dV$ est égal à $\varphi' dt + \Psi' dt$, l'équation (2) différentiée donne

$$a da + b db = \frac{V}{\mu^2}(\varphi' + \Psi') dt + r dr,$$

mais on a

$$\frac{V}{\mu^2}\Psi' dt + r dr = 0,$$

puisque cette somme se rapporte au point m_1 considéré comme situé à l'ellipse tangente à mv. Il vient donc

$$(5) \qquad a da + b db = \frac{\Psi'}{\mu^2} ds.$$

Des équations (4) et (5) on tire

$$(6)\quad \begin{cases} da = \dfrac{1}{\mu(a^2-b^2)}\left(\dfrac{a\Psi'}{\mu} - \dfrac{rb\Psi''}{V}\right) ds, \\ db = -\dfrac{1}{\mu(a^2-b^2)}\left(\dfrac{b\Psi'}{\mu} - \dfrac{ra\Psi''}{V}\right) ds. \end{cases}$$

» L'équation (3) peut se mettre sous la forme

$$d.Vr\sin\varepsilon = \frac{\Psi'' r\,ds}{V},$$

d'où, en développant, et remarquant que les termes en dr et $\varphi' dt$ donnent un résultat nul,

$$(7)\quad d\varepsilon = \frac{\Psi'' - \Psi'\sin\varepsilon}{V^2\cos\varepsilon} ds.$$

» Soient Ox un axe fixe situé dans le plan du mouvement, θ, ω des angles que forment Om et Oz avec cet axe. Les triangles AOm, BOm donnent

$$(8)\quad \begin{cases} \sin\widehat{AOm} = \dfrac{V\cos\varepsilon}{\mu a}, \\ \sin\widehat{BOm} = \dfrac{V\cos\varepsilon}{\mu b}, \end{cases}$$

et l'on voit que

$$\omega = \frac{\widehat{AOx} + \widehat{BOx}}{2} = \theta + \frac{1}{2}\left(\widehat{AOm} + \widehat{BOm}\right),$$

d'où, en ne conservant que les termes qui ne dépendent que de Ψ, puisque les autres doivent se détruire,

$$(9)\quad d\omega = \frac{1}{2} d\left(\widehat{AOm} - \widehat{BOm}\right).$$

En différentiant convenablement les équations (8), cette équation fera connaître, en fonction des éléments de la question, le déplacement élémentaire du grand axe de l'ellipse.

» 3. *Application au pendule conique. Variation du grand axe de l'ellipse.* — Arrivons maintenant à la question du pendule. Supposons que l'accélération Ψ soit dirigée en sens inverse de la vitesse, et qu'elle soit de la forme

$$\Psi = -\rho v^2 = \Psi',$$

ρ étant une constante; nous aurons

$$\Psi'' r = q\Psi' = -\mu\rho ab V,$$

et la première des formules (6) devient

$$da = -\frac{\rho a}{a^2 - b^2}\left(\frac{V^2}{\mu^2} - b^2\right) ds,$$

ou, en vertu de l'équation (2),

$$(10) \qquad da = -\frac{\rho a}{a^2 - b^2}(a^2 - r^2)\, ds, \quad db = -\frac{\rho b}{a^2 - b^2}(r^2 - b^2).$$

» 4. *Cas du pendule à oscillations planes.* — On a

$$b = 0, \quad ds = dr,$$

et, en intégrant entre les limites $r = -a$, $r = a$, on trouve, pour la variation de la demi-amplitude, après une oscillation simple,

$$(11) \qquad \delta a = -\tfrac{4}{3}\rho a^2,$$

résultat obtenu en premier lieu par Poisson en partant d'autres considérations.

» 5. *Cas d'un pendule à oscillations circulaires.* — Si nous désignons maintenant par θ l'angle polaire mOz, et que nous posions $b^2 = a^2(1-\beta)$, l'équation de l'ellipse prend la forme

$$r^2 = \frac{a^2(1-\beta)}{1 - \beta\cos^2\theta},$$

et la première des équations (10) devient

$$(12) \qquad da = -\frac{\rho a \sin^2\theta}{1 - \beta\cos^2\theta}\, ds.$$

» Si, à un certain instant, l'ellipse se réduit à un cercle, on a

$$\beta = 0, \quad ds = a\,d\theta,$$

et, en intégrant de $\theta = 0$ à $\theta = \pi$, on obtient, pour la variation du rayon, après une demi-révolution,

$$(13) \qquad \delta a = -\frac{\pi}{2}\rho a^2,$$

variation qui, toutes choses égales d'ailleurs, est supérieure à celle qui est donnée par l'équation (11), dans le cas où les oscillations sont planes.

» 6. Dans tous les autres cas on ne pourra trouver δa que par approximation, en exprimant ds en fonction de θ et développant ensuite en série suivant les puissances ascendantes de β.

» Mais, sans aller plus loin, il y a tout lieu de supposer que δa ne peut

varier qu'entre $-1,57\rho a^2$ et $-1,33\rho a^2$, limites assez rapprochées l'une de l'autre pour que, en ayant égard à la nature de la question, on puisse prendre approximativement, quelle que soit la vitesse initiale,

$$(14) \qquad \delta a = -1,45\rho a^2.$$

» 7. *Déplacement du grand axe.* — De ce que $\Psi'' = \Psi' \sin\varepsilon$, il résulte

$$d\varepsilon = 0;$$

par suite,

$$\cos \text{AO}m\, d(\widehat{\text{AO}m}) = \frac{\cos\varepsilon}{\mu}\left(\frac{\Psi' ds}{a\text{V}} - \text{V}\frac{da}{a^2}\right) = -\rho\cos\varepsilon\frac{\text{V}}{\mu a}\frac{r^2 - b^2}{a^2 - b^2},$$

d'où

$$d(\widehat{\text{AO}m}) = -\rho\cos\varepsilon\frac{\text{V}}{\mu a}\frac{r^2 - b^2}{(a^2 - b^2)\sqrt{1 - \frac{\text{V}^2\cos^2\varepsilon}{a^2}}},$$

et de même

$$d(\widehat{\text{BO}m}) = \rho\cos\varepsilon\frac{\text{V}}{\mu b}\frac{a^2 - r^2}{(a^2 - b^2)\sqrt{1 - \frac{\text{V}^2\cos^2\varepsilon}{\mu^2 b^2}}};$$

on a donc

$$(15) \qquad d\omega = -\frac{\text{V}\rho\cos\varepsilon}{\mu(a^2 - b^2)}\left(\frac{r^2 - b^2}{\sqrt{a^2 - \frac{\text{V}^2}{\mu^2}\cos^2\varepsilon}} + \frac{a^2 - r^2}{\sqrt{b^2 - \frac{\text{V}^2}{\mu^2}\cos^2\varepsilon}}\right)d\omega,$$

expression dans laquelle on devra remplacer $\frac{\text{V}}{\mu}\cos\varepsilon$ par sa valeur déduite des équations (1) et (2), en mettant la seconde sous la forme

$$\frac{\text{V}}{\mu}\sin\varepsilon = \frac{ab}{r}.$$

» La dérivée $\frac{d\omega}{ds}$ étant négative, on voit que la résistance de l'air aurait pour effet de déplacer le grand axe de l'ellipse en sens inverse du mouvement, et par conséquent de réduire le déplacement qu'il éprouverait réellement dans le vide.

» 8. *Durée du passage d'un maximum au suivant.* — Le temps δt, employé par le rayon vecteur pour décrire l'angle ω, est donné par l'équation

$$a^2 d\omega = \mu ab\,\delta t,$$

d'où

$$\delta t = \frac{a}{\mu b}\omega.$$

Si donc on désigne par τ la durée $\frac{\pi}{\mu}$ d'une demi-révolution de l'ellipse, par α la valeur correspondante de $-\omega$, on a, pour le temps cherché,

$$\tau' = \tau - \frac{a}{b}\frac{\alpha}{\mu} = \tau\left(1 - \frac{a}{b}\frac{\alpha}{\pi}\right). »$$

PHYSIQUE. — *Étude des radiations solaires* (suite); par M. **P. Desains.**

« Dans les séances précédentes, l'Académie a reçu plusieurs Communications relatives au rayonnement solaire; comme depuis plusieurs années je m'occupe de la même question, je demande la permission d'indiquer rapidement quelques-uns des résultats que j'ai obtenus et la direction dans laquelle je poursuis ces études. L'appareil que j'emploie le plus souvent est l'appareil thermo-électrique de MM. Nobili et Melloni; seulement je lui ai donné une forme commode pour le service que je lui demande. La pile est formée de quatre éléments seulement. Elle est logée au fond d'un tube de gutta-percha, et peut à chaque instant être dirigée vers le Soleil. Le galvanomètre est construit de façon à pouvoir être facilement transporté (voir *Comptes rendus*, séance du 29 novembre 1869).

» Avec ces dispositions rien n'est plus simple que de suivre pendant toute la durée d'une journée les variations que subit en un même lieu l'intensité de la radiation solaire. Il était bon toutefois de s'assurer que la sensibilité de l'appareil thermo-électrique n'éprouve pas de changement notable par suite des changements de température auxquels il est forcément soumis, pendant une série d'observations qui peut durer plus de douze heures. Des expériences directes m'ont prouvé que ces changements de sensibilité ne sont pas à craindre dans les conditions où l'on opère.

» Mais, de ce que la sensibilité de l'instrument reste constante pendant la durée d'une journée, on ne peut pas conclure qu'elle soit encore la même à huit ou quinze jours de distance. Il faut donc avoir un moyen de constater les changements possibles et d'en mesurer la grandeur.

» Pour cela il suffit de comparer de temps à autre l'action du Soleil sur le thermomultiplicateur à celle qu'il exerce sur un thermomètre placé dans des conditions identiques à celle où se trouve la pile elle-même.

» La vitesse initiale du réchauffement qu'éprouve le thermomètre au moment où il commence à recevoir les rayons est toujours proportionnelle à l'action impulsive donnée au même instant à l'aiguille du thermomultiplicateur, et elle peut, comme cette dernière, mesurer l'intensité de la

radiation. C'est, du reste, par l'observation des vitesses initiales de réchauffement d'un même thermomètre qu'Herschel comparait les actions des différentes radiations soumises à son étude, dans ses grands travaux sur la chaleur solaire, et la remarque suivante facilite l'emploi de cette méthode.

» Que l'on désigne par (t) la fonction de la température t qui représente le rayonnement d'un thermomètre noirci; lorsque ce thermomètre, dans une enceinte à température t, sera arrivé à une température θ sous l'action d'une source incandescente à température T, on aura l'équation

$$\omega[f(\mathrm{T})-f(t)]=(\mathrm{V}+\mathrm{U})m,$$

V étant la vitesse du réchauffement que le thermomètre éprouve à la température θ, sous l'action des rayons incidents, et U la vitesse de refroidissement qu'il aurait à cette même température θ si l'on interceptait l'action de la source, et m la valeur du thermomètre réduit en eau. Quand la source est incandescente, $f(\mathrm{T})$ est incomparablement plus grand que $f(t)$, et l'équation se réduit à

$$\omega f\mathrm{T}=\mathrm{V}+\mathrm{U};$$

$\mathrm{V}+\mathrm{U}$ est donc une quantité constante, pourvu que T ne varie pas. Par conséquent, si, après avoir observé pendant quelques minutes le réchauffement du thermomètre exposé à la radiation incidente, on intercepte cette dernière et qu'on observe alors le refroidissement, on trouvera qu'en effet à chaque valeur de θ répond une même valeur constante de $\mathrm{V}+\mathrm{U}$, quoique séparément V et U changent avec θ. Cette somme constante représente l'action de la source et, si on la multiplie par la valeur en eau de la portion du thermomètre qui s'échauffe, on a l'expression numérique de la quantité de chaleur qui tombe sur l'ouverture d'admission.

» En 1869, nous avions, M. Branly et moi, emporté à Lucerne deux appareils construits d'après les principes que je viens de rappeler et pendant quelques jours nous avons fait, à Lucerne même et à l'hôtel Righi-Culm, une série d'observations simultanées dont les résultats ont été présentés à l'Académie; elles nous ont toujours montré qu'au même instant la radiation solaire est notablement plus forte au sommet du Righi qu'à Lucerne, mais qu'elle y est moins facilement transmissible à travers 1 centimètre d'eau.

» Depuis cette époque nous n'avons pas pu recommencer de nouvelles excursions. Il y aurait pourtant un grand avantage à étudier sur des sommets élevés les variations diurnes de la radiation solaire; et cela surtout par de belles journées de froid analogues à celles que M. Frankland a

récemment observées à Davos-Dörfli, et pendant lesquelles il a fait des mesures thermométriques si intéressantes.

» En ces conditions, en effet, la couche atmosphérique qui touche le sol ne renferme pas souvent la dixième partie de la vapeur qui s'y trouve contenue à Paris, sous épaisseur égale, dans la seule saison où les observations sont en général possibles. Dès lors, les variations que cette petite quantité de vapeur peut encore éprouver ne viennent plus complétement bouleverser l'uniformité de composition de l'atmosphère. Or cette uniformité est une condition que supposent les formules que M. Pouillet a données pour représenter, aux différentes heures du jour, la quantité de chaleur que le Soleil envoie sur 1 mètre carré à la surface de la terre, et desquelles en outre il déduit la valeur que la radiation solaire aurait aux confins de l'atmosphère.

» A Paris, il est bien rare de trouver des journées dans lesquelles la radiation solaire présente, à égales distances du midi, même intensité et même transmissibilité à travers l'eau. En ces circonstances, il n'y a pas lieu de chercher à représenter les données de l'expérience par une formule qui suppose aux phénomènes une symétrie parfaite de part et d'autre du midi; mais les observations ne sont pourtant pas stériles, et souvent elles peuvent donner des renseignements utiles sur les variations qui surviennent dans la quantité absolue de vapeur aqueuse renfermée dans tout l'ensemble de la colonne atmosphérique que les rayons solaires traversent pour arriver aux appareils.

» Si, par exemple, à 2 heures du soir, on trouve au rayonnement solaire une transmissibilité plus grande qu'elle n'était à 10 heures du matin, on en conclura un accroissement dans le poids des vapeurs atmosphériques traversées par les rayons; et si, à 10 heures du matin, on a pris la précaution d'observer non pas seulement la transmissibilité du rayonnement solaire direct, mais aussi celle de ce rayonnement déjà transmis à travers plusieurs épaisseurs d'eau différentes, il sera facile d'évaluer en colonne liquide le surcroît de vapeur développée dans l'air de 10 heures du matin à 2 heures du soir. Tout au moins l'on saura l'épaisseur d'eau qui produit le même effet que la vapeur surajoutée.

» Cette dernière restriction serait inutile si l'on admettait qu'à poids égaux une colonne d'eau et une colonne de vapeur de même section agissent de la même façon sur tout rayonnement qui les traverse. Dans tous les cas, il n'y aurait aucune impossibilité à vérifier si cette proposition est

applicable à l'eau ou à voir dans quel sens il la faut corriger, si elle n'est pas complétement exacte.

» Que l'on conçoive une vallée peu large, encaissée de montagnes assez élevées; si l'on fait des observations hygrométriques simultanées au fond de la vallée, sur le flanc et au sommet des montagnes qui l'entourent, on pourra, de ces observations ou d'autres analogues, conclure l'état hygrométrique moyen de l'air de la vallée, et par suite le poids moyen de la vapeur renfermée dans une colonne de cet air, de base et de longueur données. Or, si en même temps on observe l'intensité et la transmissibilité du rayonnement solaire au fond de la vallée et sur les plus hauts sommets qui la dominent, on en déduira, comme nous l'avons expliqué plus haut, la double influence éprouvée par les rayons dans leur trajet à travers une couche d'air de poids connu et renfermant une quantité de vapeur également connue; et, en répétant ces expériences pour des états hygrométriques différents, mais pour une même hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, on se fournirait les éléments nécessaires à la construction de Tables hygrométriques à l'aide desquelles on pourrait, de différences observées dans la transmissibilité des rayons solaires, déduire celles qui seraient survenues dans le poids total de la vapeur d'eau que l'atmosphère renferme dans une direction donnée. A Paris j'ai vu, pour des épaisseurs atmosphériques très-sensiblement égales, la transmissibilité des rayons solaires varier de 0,55 à 0,77. De telles variations sont supérieures à celles qu'on obtient en interposant une couche d'eau de $0^{m},01$ d'épaisseur sur le trajet des rayons directs. »

MÉTALLURGIE. — *Études sur la transformation du fer en acier*; par M. BOUSSINGAULT. (Extrait.)

« On transforme le fer en acier en le cémentant dans du charbon de bois. Le procédé de la cémentation est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le décrire : il me suffira de rappeler que le métal, étiré en barres de 1 à 2 centimètres d'épaisseur, est stratifié avec le charbon en poudre dans des caisses en briques réfractaires d'une capacité de $4^{mc},9$. Deux caisses, établies dans un fourneau, contiennent environ 27000 kilogrammes de fer et 3500 kilogrammes de brasque.

» Des expériences, faites à ma prière par M. Brustlein, ingénieur de l'usine d'Unieux, montrent que le fer et le charbon sont en contact, au rouge-cerise vif, pendant vingt jours et vingt nuits. En tenant compte du

temps employé pour l'échauffement et le refroidissement, une cémentation, à partir de la mise en feu, dure environ un mois.

» En sortant des caisses, le fer est modifié dans son aspect comme dans sa constitution. Sa surface est couverte de vésicules, d'ampoules variables dans leur nombre, dans leurs dimensions, et qui lui ont fait donner le nom d'acier poule. Le fer a perdu sa structure granuleuse ou fibreuse, sa teinte bleuâtre caractéristique, sa ténacité. L'acier poule est dur, cassant; son grain offre un reflet jaunâtre ou d'un gris plus ou moins foncé, suivant le degré de carburation, que l'œil exercé d'un contre-maître apprécie avec une exactitude que l'analyse confirme presque toujours. Quand la carburation atteint le maximum, l'acier poule présente à la cassure une disposition ondulée, la blancheur et l'éclat de l'argent.

» Dans le travail dont j'entretiens aujourd'hui l'Académie, je me suis proposé de rechercher en quoi l'acier poule différait du fer. En d'autres termes, j'ai essayé de déterminer la nature et la quantité des substances acquises ou perdues par le métal pendant la cémentation.

» A la première vue, rien ne paraît plus simple : analyser une barre de fer avant et après la cémentation; mais, en me mettant à l'œuvre, en 1870, je m'aperçus bientôt qu'il était plus facile de poser la question que de la résoudre. Ainsi j'ai dû consacrer bien du temps à l'examen des procédés à l'aide desquels on devait doser les divers éléments qui entrent, souvent pour une infime proportion, dans le fer en barres et dans l'acier. Dans un chapitre de mon Mémoire, j'expose les méthodes auxquelles je me suis arrêté pour déterminer le carbone dans ses deux états, le silicium, le soufre, le phosphore, le manganèse, le fer.

» J'ai eu, on le conçoit, bien des difficultés à surmonter, mais je puis affirmer que la plus grande de toutes a été de doser le fer avec une précision égale à celle qu'on atteint lorsqu'il s'agit du carbone et du silicium; le dosage du fer devient ainsi le contrôle indispensable de toute analyse de fer, de fonte ou d'acier. Je suis arrivé à estimer le fer à $\frac{1}{10}$ ou $\frac{2}{10}$ de milligramme près, par la méthode volumétrique due à M. Margueritte, à la condition, toutefois, de faire intervenir, pour déterminer l'oxydation de 1 gramme de métal, une dissolution de permanganate de potasse assez diluée pour occuper un volume de 340 à 350 centimètres cubes; $\frac{1}{10}$ de centimètre cube accusant ainsi la présence de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de milligramme de fer.

» Je donne, dans mon Mémoire, tous les détails de l'opération. Il me suffira de dire ici, pour être compris des analystes, que pour mesurer ra-

pidement un aussi fort volume de solution de permanganate que celui qu'on doit employer, j'ai recours à la pipette de Stass dont se servent les essayeurs dans la détermination du titre de l'argent par la voie humide. La capacité de la pipette est de 300 centimètres cubes; l'oxydation est terminée en versant avec la burette de Gay-Lussac de la solution de permanganate jusqu'à l'apparition de l'indice, la coloration de la dissolution de fer occupant, à la fin de l'opération, un volume de 1 litre.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

» Dans une barre de fer provenant du puddlage d'une fonte obtenue au charbon de bois, par le traitement d'un mélange de fer spathique et d'hématite des mines du Ria (Pyrénées-Orientales), on a coupé deux morceaux, n° 1 et n° 2. Après les avoir décapés par la raboteuse, on les a introduits dans une caisse à cémenter : le n° 1, dans la partie où l'on jugeait que la température serait la moins élevée; le n° 2, dans la partie où la chaleur devait être la plus forte.

» Après la cémentation, les deux barres portaient quelques grosses ampoules et un assez grand nombre de boursouflures moins développées. Les espaces compris entre ces protubérances étaient entièrement recouverts d'une multitude de petits points seulement visibles à la loupe. A l'extérieur, et sur toute leur superficie, d'un gris foncé métallique, les barres étaient enduites uniformément d'une pellicule extrêmement mince de graphite, tachant les doigts à la manière de la plombagine.

Avant la cémentation, la barre n° 1 pesait	4949,54 gr	; la barre n° 2,		5124,00 gr
Après la cémentation .	»	4994,20	»	5199,60
Augmentation de poids.	»	44,65	»	75,60

» Dans le fer on a dosé :

	Avant la cémentation.	Après la cémentation. N° 1.	Après la cémentation. N° 2.
Fer	0,99100	0,98200	0,97650
Carbone combiné	0,00118	0,00995	0,01512
Silicium	0,00105	0,00107	0,00120
Soufre	0,00012	0,00006	0,00005
Phosphore	0,00100	0,00125	0,00130
Manganèse	0,00222	0,00220	0,00218
Substances indéterminées	0,00343	0,00347	0,00365
	1,00000	1,00000	1,00000

Résumé de l'expérience.

	Barre n° 1.							
	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation..	4949,55	4905,00	5,84	5,20	0,59	4,95	10,99	16,98
Après cémentation...	4994,20	4904,30	49,69	5,34	0,30	6,24	10,99 (1)	17,33
Différences......	+44,65	−0,70	+43,85	+0,14	−0,29	+1,29	0,00	+0,35

	Barre n° 2.							
	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation..	5124,00	5077,88	6,05	5,38	0,62	5,12	11,27	17,57
Après cémentation...	5199,60	5077,41	78,62	6,24	0,26	6,76	11,33	18,98
Différences......	+75,60	−0,47	+72,57	+0,86	−0,36	+1,64	+0,03	+1,41

» Dans les deux cas, l'augmentation de poids éprouvée par les barres cémentées a excédé le poids du carbone fixé. Le silicium, le phosphore, les substances indéterminées acquis ont pesé un peu plus que le fer et le soufre éliminés.

SECONDE EXPÉRIENCE.

» *Cémentation d'un fer de Suède.* — Un fragment de barre portant la marque L, après avoir été décapé à la meule, a été placé dans une caisse à cémenter. Ce fer, considéré comme d'excellente qualité, avait un grain très-fin. L'acier poule qu'il a donné était enduit de graphite sur toute sa superficie; ce graphite, en pellicules extrêmement minces, tachait les doigts; il suffisait d'un léger frottement pour le faire disparaître. Sur la barre, j'ai compté trente-cinq ampoules assez grosses et de nombreuses petites vésicules à peine visibles à l'œil nu. Un coup de lime mettait à découvert une surface métallique d'un blanc argentin.

	gr
Avant la cémentation la barre pesait........	2000,45
Après la cémentation....................	2026,22
Augmentation de poids...............	25,77

	Composition du fer de Suède.	
	Avant la cémentation.	Après la cémentation.
Fer.....................	0,99450	0,98170
Carbone.................	0,00300	0,01580
Silicium................	0,00016	0,00030
Soufre..................	0,00015	0,00005
Phosphore...............	0,00057	0,00065
Manganèse...............	0,00090	0,00070
Substances indéterminées....	0,00072	0,00080
	1,00000	1,00000

(1) Le manganèse a seulement été dosé dans le fer avant la cémentation; on l'a calculé dans les fers cémentés.

Résumé de l'expérience.

	Poids de la barre.	Fer.	Carbone.	Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Substances indéterminées.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Avant cémentation..	2000,45	1989,45	6,00	0,32	0,30	1,14	1,80	1,44
Après cémentation..	2026,22	1989,14	32,01	0,61	0,10	1,32	1,42	1,62
Différences......	+25,77	−0,31	+26,01	+0,29	−0,20	+0,18	−0,38	+0,18

» L'augmentation du poids de la barre a été un peu inférieure au poids du carbone fixé.

» On doit se demander si les faibles différences constatées dans les résumés des expériences ne résulteraient pas d'erreurs d'analyses qui, aussi minimes qu'on puisse les supposer, sont nécesssairement multipliées par de grands nombres, les résultats de dosages exécutés sur quelques grammes de matières se trouvant, en fait, appliqués à des barres de métal de 1 à 5 kilogrammes.

» Sans doute, on comprend que le fer, indépendamment du carbone, prenne, en se cémentant, du silicium et du phosphore préexistant dans les cendres du charbon de bois, qu'il abandonne du soufre, des traces d'arsenic échappées au dosage; mais il semblerait que, dans une barre cémentée, on dût retrouver tout le fer qu'elle renfermait avant sa cémentation, par la raison qu'on ne voit pas à quel état ce métal pourrait être éliminé; cependant dans les trois observations il y a eu une perte de fer, très-légère il est vrai, mais constante.

Pour le fer de Ria, n° 1,	elle a été de........	0,00014
» de Ria, n° 2,	»	0,00008
» de Suède,	»	0,00016

» Pour faire disparaître, ou tout au moins pour atténuer l'influence des erreurs d'analyses, et particulièrement pour décider si, réellement, du fer pouvait être expulsé, il convenait d'abord de doser le carbone sur la totalité d'un fer pur que l'on aurait cémenté, et ensuite, après avoir constaté l'augmentation de poids, de rechercher ce métal dans le cément. En ce qui concerne le carbone, l'erreur commise ne serait plus amplifiée; mais il fallait nécessairement opérer sur de bien faibles quantités de fer, inconvénient que diminuerait d'ailleurs l'usage d'une balance accusant $\frac{1}{10}$ de milligramme.

» *Cémentation du fer pur.* — I. Le fer employé avait été préparé par le colonel Caron; j'ai tout lieu de le considérer comme pur, n'ayant pu, par les recherches les plus délicates, y trouver autre chose que du fer.

» Le métal avait été fondu dans un tube de porcelaine traversé par un courant de gaz hydrogène purifié, puis étiré en fils.

» Une spirale de fer a été cémentée, pendant quatre heures, au rouge-cerise vif, dans du charbon de bois en poudre, préalablement calciné.

Fer pur	$1^{gr},6878$
Après cémentation	1,7111
Augmentation	0,0233

» Après la cémentation, le fer était légèrement graphiteux à la surface, qui ne présentait aucune boursouflure; le grain était aciéreux, à petites facettes brillantes.

» Dans la totalité de la spirale cémentée on a dosé

Carbone combiné	$0^{gr},0223$
Graphite	0,0008
Carbone total	0,0231

» L'augmentation de poids par suite de la cémentation a dépassé de $0^{gr},0002$ le carbone fixé. Cette différence, dont je crois pouvoir répondre, est due probablement à quelques substances venant de la cendre du charbon, à moins qu'elle ne résulte d'une très-petite quantité de fer éliminé.

» Plusieurs expériences ont montré, en effet, que la cendre du charbon cément acquiert un peu de fer; souvent le fer initial a été doublé.

» Il est vraisemblable que le fer est entraîné à l'état de chlorure, des chlorures alcalins existant dans le charbon. Le fait est qu'en mêlant un peu de sel marin au cément les cendres laissées par le charbon contiennent alors une notable proportion de fer.

» *Élimination du soufre pendant la cémentation.* — On a vu, dans les résumés des expériences, que le fer a perdu plus de la moitié du soufre qu'il renfermait quand on l'a introduit dans les caisses à cémenter.

» Des analyses, exécutées dans mon laboratoire, établissent que cette élimination se produit constamment. Voici les résultats obtenus sur des fers de Suède des meilleures marques.

	Soufre dans le fer	
Marques des barres.	Avant la cémentation.	Après la cémentation.
S	0,00040	0,00021
J. B. couronnés	0,00055	0,00019
A. G. L.	0,00030	0,00017
L.	0,00015	0,00005

» La cémentation aurait donc pour effet, indépendamment de la carbu-

ration du fer, l'élimination d'une partie du soufre contenu dans le métal. Pendant la fusion de l'acier poule pour obtenir l'acier fondu, l'élimination continue. C'est pourquoi les aciers fondus de hautes qualités ne contiennent plus de soufre, ou du moins n'en renferment plus que des indices; on en jugera par les résultats d'analyse que je vais présenter.

	Soufre.
Acier fondu J. Holtzer, martelé et cémenté de nouveau	0,0000
Acier fondu à outils de Firth	0,0000
Acier fondu de Styrie	0,0001
Acier à canon d'Unieux (Loire)	0,0001
Acier J. Holtzer, marqué à la cloche, carré	traces
Acier Huntsman, carré	traces
Acier J. Holtzer marqué à la cloche, rond	0,0001
Acier Huntsman, rond	0,0001

» L'acier fondu au creuset ne renferme donc que des traces de soufre et généralement des quantités de phosphore qui échappent à l'analyse. C'est ce qui ressort de la composition des aciers reconnus supérieurs pour la fabrication des instruments tranchants, des outils.

	Acier Holtzer à la cloche.	Acier Huntsman.
Fer (dosé)	0,9873	0,9874
Carbone combiné	0,0116	0,0115
Silicium	0,0006	0,0011
Soufre	traces	traces
Phosphore	0,0000	0,0000
Manganèse	0,0010	0,0008
	1,0005	1,0008

» De l'ensemble des observations, des analyses consignées dans mon Mémoire, il résulte un fait que je crois devoir faire ressortir : c'est que les aciers fondus considérés comme de qualité supérieure sont réellement constitués par du fer et du carbone. A mesure que leur qualité augmente, on voit le soufre diminuer, disparaître. Ils sont généralement exempts de phosphore, et le manganèse, comme le silicium, n'y entre que pour une proportion qui dépasse rarement $\frac{1}{1000}$. »

« M. H. Sainte-Claire Deville, interpellé par M. Boussingault, au sujet de la formation des bulles métalliques à la surface de l'acier *poule*, rappelle les expériences qu'il a faites avec M. Troost, sur le passage de l'hydrogène, par dissolution ou endosmose, au travers du fer ou de l'acier chauffé au

rouge, les expériences de M. Cailletet sur les tubes aplatis par le laminage et qui reprennent leur forme dans l'atmosphère hydrogénée d'un four à réchauffer, par suite de l'introduction avec pression de l'hydrogène, entre les surfaces de fer rapprochées par le laminage. Il en conclut que le fer corroyé, qui se compose de lames plus ou moins bien soudées par le laminage, représente une série de petits espaces comparables à des tubes réduits en plaques par l'action du marteau : l'hydrogène du charbon de cémentation, l'hydrogène provenant de la réduction de la vapeur d'eau s'y introduisent par dissolution ou endosmose, en y déterminant une pression qui soulève la surface du fer transformé en acier et quelquefois la crève.

» Quant à la question relative au dépôt de charbon pulvérulent à la surface de l'acier de cémentation, personne, dit M. H. Sainte-Claire Deville, ne peut y répondre avec plus d'autorité que mon savant confrère et ami M. Berthelot, à qui je cède la parole avec empressement. »

M. **Berthelot** fait, au sujet de la Communication de M. *Boussingault*, les remarques suivantes sur les réactions exercées entre le fer, le carbone et l'hydrogène :

« Je ne saurais prétendre répondre d'une manière absolue aux questions que notre confrère, M. H. Sainte-Claire Deville, vient de m'adresser relativement au rôle de l'hydrogène et du carbone dans la cémentation et spécialement dans les conditions de la fabrication de l'acier, telles qu'elles sont définies par les remarquables expériences de M. Boussingault. Cependant peut-être ne sera-t-il pas inutile de signaler quelques aperçus nouveaux sur le rôle joué par ces éléments. Il me semble, en effet, que tous deux forment avec le fer, vers le rouge sombre, une ou plusieurs combinaisons, dont la production et l'état de dissociation expliquent un grand nombre des effets observés.

» En effet, cet hydrogène qui pénètre le fer solide et s'y associe vers la température du rouge sombre, sous un état que l'on a qualifié de dissolution, puis qui se dégage du métal dans des conditions un peu différentes, en donnant lieu à ces réactions spéciales de l'hydrogène sur le fer, attestées par les curieuses expériences de MM. H. Sainte-Claire Deville, Troost et Cailletet, par exemple, à ces gonflements, à ces ampoules, si manifestes dans les échantillons présentés par M. Boussingault; cet hydrogène, dis-je, ne contracte-t-il pas avec le fer une combinaison proprement dite, analogue au palladium hydrogéné et aux hydrures des métaux alca-

lins, récemment étudiés par MM. Troost et Hautefeuille? L'état de dissociation d'un tel composé de fer et d'hydrogène, qui se formerait sur un point du métal pour se défaire plus loin, sous l'influence de conditions un peu différentes, expliquerait, je crois, la plupart des phénomènes observés.

» Ce graphite, qui se sépare avec tant de netteté sur certains points dans les mêmes échantillons, ne dériverait-il pas aussi de quelque composé défini de carbone et de fer, formé au contact des deux éléments et par leur union directe, à la façon de l'acétylène? Le carbure de fer pourrait encore résulter d'un carbure d'hydrogène, formé tout d'abord et régénéré sans cesse, lequel servirait d'intermédiaire à la fixation du carbone, le fer s'y substituant à l'hydrogène directement, comme le potassium, le sodium, le magnésium ont la propriété de se substituer à l'hydrogène directement dans l'acétylène. Le carbure de fer qui en dériverait expliquerait le rôle prédominant du carbone dans l'aciération, rôle que les expériences de M. Boussingault tendent en effet à restituer pleinement au carbone. Ce serait d'ailleurs la dissociation du carbure de fer, analogue à celle de l'hydrure, qui rendrait compte de la séparation du graphite sur un autre point du métal; de même que celle de l'hydrure rend compte de la séparation de l'hydrogène.

» Mais je m'arrête dans ces suggestions, suscitées par les questions de M. H. Sainte-Claire Deville. Il est cependant un rapprochement sur lequel je veux appeler l'attention en terminant, parce qu'il résulte, non de quelque hypothèse plus ou moins probable, mais des faits observés. Il s'agit des combinaisons de l'hydrogène avec les autres éléments et des températures vers lesquelles elles commencent à s'effectuer directement. Or les réactions qui font soupçonner la formation de l'hydrure de fer commencent à s'effectuer au rouge sombre, c'est-à-dire vers cette même température au voisinage de laquelle l'hydrogène, presque inactif à la température ordinaire, devient un élément très-actif, apte à se combiner directement, soit à l'oxygène pour former l'eau, soit au soufre pour former l'acide sulfhydrique, soit aux métaux alcalins pour en former les hydrures, soit enfin aux carbures d'hydrogène, à l'éthylène spécialement, dans les réactions pyrogénées, pour en constituer aussi les hydrures. Tous ces hydrures, l'eau exceptée, prennent naissance dans des conditions de dissociation. Le rapprochement de ces divers phénomènes me semble de quelque intérêt pour la Mécanique chimique. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur le spectre des comètes.* Lettre du **P. Secchi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Rome, ce 19 mai 1874.

» La saison a été très-contraire aux observations de la comète découverte par MM. Winnecke et Tempel dans le mois passé : je n'ai eu qu'une matinée pour faire une observation spectrale passable. Le matin du 20 avril, la lumière de la comète était assez belle ; elle présentait un noyau nébuleux environné d'un éventail de nébulosité irrégulière. Le spectroscope simple appliqué à la grande lunette de Merz montra des traces de bandes; mais, la diffusion de l'objet ne permettant pas l'usage de cet instrument, on appliqua le spectroscope composé, en se servant toutefois de la lunette, car la faiblesse était telle qu'on n'apercevait rien de bien sûr.

» Alors, ayant ôté la lunette et regardant à l'œil simple, le spectre parut très-nettement formé de trois bandes très-bien séparées : une dans le vert bleu, une autre dans le vert, et la troisième dans le jaune vert. La première était la plus vive et la plus étendue ; les deux autres, et surtout celle du milieu, étaient plus faibles.

» A première vue, j'ai jugé que ces bandes se trouvaient à la place des bandes des autres comètes, mais je n'ai pu prendre de mesures rigoureuses. Il était à espérer que la comète de M. Coggia se prêterait mieux à ces observations, qui présentent un grand intérêt pour la théorie de ces astres.

» En effet, le 16 et le 17 courant, au soir, j'ai profité des premiers jours de beau temps pour observer cette comète. Le voisinage d'une étoile plongée dans la nébulosité, le 16, ne permit aucune observation assez sûre. Le jour suivant, assisté par le P. Ferrari, j'ai pu constater que le spectre était vraiment à bandes; deux surtout étaient très-vives dans le vert et le vert jaune. Ayant éclairé le tube de la lunette devant la fente avec la lumière diffuse de différents gaz, les deux bandes brillantes principales furent trouvées correspondre aux bandes du spectre de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique. La faiblesse de la lumière ne permit pas de reconnaître les autres bandes. Les hydrocarbures employés ne donnaient pas une intensité suffisante aux bandes du carbone pour qu'on pût les relever; les raies hydrogéniques qu'on voyait ne correspondaient nullement à celles de la comète.

» Il paraît donc que nous ayons encore, dans celle-ci, affaire au carbone, peut-être à l'un des oxydes du carbone, ou même au carbone simple;

avec la faiblesse de dispersion et la largeur de la fente employée on pourrait difficilement établir une distinction. Les deux groupes les plus brillants étaient dans le vert (longueur d'onde, de 516 à 506, bande $C\gamma$ de M. Salet), et l'autre dans le vert jaune (longueur d'onde, de 563 à 554, bande $C\beta$).

» Il est très-remarquable que toutes les comètes observées jusqu'ici ont les bandes du carbone.

» Dans une de mes Communications précédentes, j'ai constaté, par des expériences directes, que la raie de la couronne solaire 1474 n'appartenait pas au fer. Dernièrement, j'ai eu une confirmation de ce fait, car le matin du 6 mars, vers $9^h 10^m$, en observant une magnifique éruption, j'ai vu, renversée dans toute la largeur du spectre, la raie 1474, pendant que les deux du fer qui lui sont voisines n'étaient renversées que dans un espace très-petit et d'une manière à peine perceptible pour un œil exercé. Si ces trois raies provenaient toutes du fer, elles devraient être renversées sinon d'une manière identique, du moins sur la même étendue. Or la raie de la couronne ressemblait parfaitement aux raies de la chromosphère; elle avait la même intensité à grande distance du bord et sur une étendue de plus de 24 degrés, pendant que les raies du fer n'étaient très-vives que sur un petit jet.

» Je crois que cela nous autorise encore à regarder cette raie comme appartenant à une substance indépendante du fer.

» Je finirai en rapportant une observation qui peut avoir de l'intérêt, maintenant qu'on attache une grande importance au passage d'un disque planétaire sur un astre brillant.

» Le soir du 2 avril, j'observais le premier satellite de Jupiter à son passage devant la planète. L'atmosphère était assez bonne, mais pas trop tranquille, et le disque de Jupiter paraissait finement ondulé. Le satellite étant très-près du bord, j'en surveillai l'entrée. Je constatai avec surprise que, lorsque le satellite fut à peine éloigné de son diamètre du bord de la planète, le disque de celle-ci s'élança contre le satellite et parut aller le toucher et s'en retirer immédiatement. Ce va-et-vient dura jusqu'au moment où le satellite eut clairement mordu sur la planète, c'est-à-dire pendant 4 ou 5 minutes.

» Je fus surpris de ce phénomène, car on pouvait s'attendre à ce que l'oscillation atmosphérique, qui déplaçait le bord de la planète, déplacerait aussi le satellite, en laissant la distance des deux objets invariable; or il n'en fut rien. Le satellite paraissait un point immobile et fixe pendant que tout le mouvement avait lieu sur le bord de la planète. Si les ondula-

tions du bord solaire ont le même effet sur le disque obscur de Vénus, on voit combien il restera d'incertitude dans l'observation, et combien il serait désirable d'employer un moyen qui diminuerait l'oscillation atmosphérique, comme le moyen spectroscopique que j'ai jadis proposé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *A. Sedgwick*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. N. de Kokscharow obtient. . . . . 43 suffrages.

Il y a un billet blanc.

M. N. DE KOKSCHAROW, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Agassiz*. Cette Commission doit se composer de trois Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de trois Membres pris dans les Sections de Sciences physiques et du Président en exercice.

Les Membres qui ont obtenu le plus de voix sont :

Dans les Sections de Sc. mathématiques,	M. Chasles.	38 suffr.
»	M. Élie de Beaumont. .	34 »
»	M. le général Morin. .	24 »
»	M. Liouville	16 »
Dans les Sections de Sciences physiques,	M. Chevreul	26 suffr.
»	M. Cl. Bernard	25 »
»	M. Milne Edwards . .	25 »
»	M. Dumas.	22 »
»	M. Brongniart.	17 »
»	M. Decaisne.	17 »

En conséquence, la Commission se composera de M. Bertrand, président, et de MM. Chasles, Élie de Beaumont, Morin, Chevreul, Cl. Bernard, Milne Edwards.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ARÉOMÉTRIE. — *Sur l'ébullioscope Vidal.* Note de M. E. **Malligand** et de Mlle E. **Brossard-Vidal**, présentée par M. Desains.

(Commissaires : MM. Dumas, Thenard, Desains.)

« Le sucre, les résines, les acides citrique et tartrique n'altèrent pas le point d'ébullition de l'alcool dans lequel on les a fait dissoudre. Cette observation, faite par feu M. l'abbé Brossard-Vidal, fut pour lui le point de départ d'une idée nouvelle qu'il exécuta en appliquant le point d'ébullition particulier à chaque mélange d'alcool et d'eau à la détermination de la richesse alcoolique des vins et autres liquides spiritueux ; il imagina pour cela un instrument connu sous le nom d'*ébullioscope*.

» L'appareil que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie a été perfectionné par MM. Jacquelain et E. Malligand. Il comprend :

» 1° Une lampe à mèche de combustion uniforme.

» 2° Une petite cheminée disposée au-dessus de la mèche pour rendre la combustion invariable et déterminer la surface de chauffe.

» 3° Une bouillotte conique fermée à la partie supérieure par un disque à vis, percé de deux ouvertures, l'une destinée à livrer passage à un thermomètre coudé, l'autre à soutenir un *réfrigérant condensateur*, ajusté à vis et formé de deux cylindres concentriques. Cette bouillotte, vers son extrémité inférieure, reçoit, à des hauteurs diamétralement opposées, les deux extrémités d'un petit cylindre, courbées en cercle, mais infléchies en spirale. Ce tube, qui se remplit du même liquide que la bouillotte, traverse la boîte de la petite cheminée et, par conséquent, reçoit sur une petite surface toute la chaleur de la flamme ; le liquide graduellement échauffé circule de bas en haut dans ce cylindre, arrive dans la bouillotte et s'y condense en abandonnant la chaleur latente de la vapeur, jusqu'à ce que toute la masse liquide soit en ébullition. C'est vers ce moment que la colonne mercurielle du thermomètre commence à se fixer, pour se maintenir au même point pendant dix minutes environ.

» 4° Un thermomètre à mercure recourbé à angle droit et descendant dans la bouillotte, de façon que son réservoir plonge à volonté, soit dans le liquide en ébullition, soit dans la vapeur de ce même liquide.

» 5° Une règle horizontale, fixée sur le couvercle de la bouillotte pour servir d'applique au thermomètre, ainsi qu'à une petite échelle mobile

destinée *à suivre les pressions barométriques*, et qui est graduée pour l'indication des degrés alcooliques de zéro à 25 degrés.

» Voici quelques-uns des résultats fournis par l'ébullioscope :

» Un même vin, de richesse inconnue, essayé dans un même appareil, a donné, pour soixante-sept expériences consécutives (du 11 mars au 6 avril 1874), 166 divisions demi-millimétriques, avec une différence, soit en plus ou en moins, de 1 demi-millimètre.

» Six appareils fonctionnant ensemble, chargés d'un même mélange d'alcool et d'eau, ont accusé pendant dix minutes une richesse alcoolique de 9°, 15. Ces mêmes appareils chargés d'un même vin accusèrent tous les six dans le même temps 11°, 3 d'alcool.

» Un demi-litre de vin de Malaga, réduit de moitié par concentration, additionné après refroidissement d'eau et d'alcool absolu, de manière à contenir $\frac{16}{100}$ d'alcool, le tout mesuré à + 15°C., puis coupé de son volume d'eau, a donné à l'ébullioscope 8 degrés. Ce dernier mélange étendu encore de son volume d'eau a donné 4 degrés à l'ébullioscope.

» Cet instrument nous semble donc devoir fournir facilement, avec peu de liquide (70 centimètres cubes), et rapidement (en neuf minutes) des indications précises et toujours comparables dans la détermination de la richesse des liquides alcooliques, tels que vins secs ou liquoreux, liqueurs de table, vernis et alcools purs ou additionnés de principes solubles. »

MINÉRALOGIE. — *Note sur une nouvelle espèce minérale de la province de Lerida;* par M. X. **Ducloux**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux.)

« J'ai donné le nom de *rivotite,* en hommage à la mémoire de feu M. Rivot, le savant et regretté professeur de Docimasie de l'École des Mines, à une espèce minérale qui se présente en petites masses irrégulières, disséminées dans un calcaire blanc jaunâtre, sur le versant occidental de la sierra del Cadi, dans la province de Lerida.

» Ce minéral est compacte; sa couleur varie du vert jaunâtre tendre au vert grisâtre foncé; la couleur de sa poussière est gris vert. Il est amorphe et d'aspect pierreux, complétement opaque et à cassure inégale. Sa dureté est comprise entre celles de l'arragonite et de la chaux fluatée. Assez fragile, le choc du marteau le brise en fragments à arêtes vives. Le poids spécifique, déterminé sur un assez grand nombre d'échantillons, a varié de 3, 55 à 3,62.

» En général, dans tous les échantillons d'un volume un peu considé-

rable, on reconnaît des mouches de cuivre carbonaté vert fibreux, que l'on trouve souvent aussi au contact du minéral avec le calcaire.

» Les caractères que la rivotite présente au chalumeau sont les suivants: un fragment moyen chauffé sur la pince de platine décrépite, mais un petit fragment se fond en colorant la flamme extérieure en vert. Chauffé seul sur le charbon à la flamme de réduction, le minéral fond en laissant apercevoir des globules métalliques, mais sans dégager d'odeur arsénicale ni de fumées antimoniales; le charbon ne se recouvre d'aucun enduit caractéristique.

» Chauffé dans le tube fermé, il devient noir et laisse dégager de l'acide carbonique et un peu d'eau hygrométrique neutre aux papiers réactifs.

» Chauffé dans un tube ouvert aux deux bouts, même réaction.

» Avec le carbonate de soude sur le charbon à la flamme de réduction, il se produit une masse opaque, qui sur la pièce d'argent n'offre pas la réaction du soufre.

» Sur le fil de platine, avec le borax ou le sel de phosphore, il se dissout avec effervescence, en produisant les réactions caractéristiques du cuivre dans les deux flammes.

» Un mélange de 100 milligrammes de la poudre du minéral, 100 milligrammes de carbonate de soude et 50 milligrammes de borax, fondu sur le charbon au feu de réduction, donne un grain métallique gris très-fragile. Maintenu en fusion dans la flamme oxydante, ce grain donne d'abondantes fumées d'antimoine et le charbon se recouvre de l'enduit caractéristique de ce métal; après une très-longue insufflation, il reste un bouton de cuivre rouge, bien malléable, du poids de 29 milligrammes. Ce bouton de cuivre, fondu avec 750 milligrammes de plomb pur et un peu de borax, donne un culot de plomb d'œuvre qui, par la coupellation, produit un grain d'argent pesant $1^{mg},1$ (1,1 pour 100).

» Traité par l'acide chlorhydrique à froid, le minéral donne un vif dégagement d'acide carbonique, mais ne se dissout qu'en partie.

(L'auteur cite ensuite une série d'opérations chimiques dont les résultats lui paraissent prouver que, dans la rivotite, l'antimoine se trouve à l'état d'acide antimonique.)

» L'analyse quantitative m'a donné les résultats suivants sur 1 gramme:

Oxyde de cuivre	0,3950
Acide carbonique	0,2100
Oxyde d'argent	0,0118
Acide antimonique	0,4200
Chaux	traces.
Total	1,0368

» La formule $Sb^2O^5 + 4 \left.\begin{matrix}Cu\\Ag\end{matrix}\right\} OCO^2$ paraît représenter assez exactement cette composition.

» La seule espèce minérale à laquelle on puisse, je crois, dit l'auteur, comparer la rivotite, au point de vue de la composition, est la selbite; bien que, dans cette dernière, l'antimoine ait été indiqué à l'état d'oxyde, l'analogie n'en est pas moins frappante. »

PHYSIOLOGIE. — *Des conditions de la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés.* Note de MM. **Arloing** et **L. Tripier**, présentée par M. Cl. Bernard.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

« Dans un Mémoire présenté, il y a cinq ans, à l'Académie, nous avons démontré l'existence d'une sensibilité récurrente dans les nerfs cutanés ; en outre, nous avons établi expérimentalement que l'influence des nerfs sensitifs de la peau s'étend en dehors de leur zone de distribution anatomique ; enfin nous avons constaté que la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés et la persistance de la sensibilité dans la peau correspondante sont deux phénomènes connexes qui ne se présentent jamais l'un sans l'autre (*Comptes rendus*, 1868). C'est en nous plaçant dans les conditions toutes spéciales, dont on doit la détermination exacte à M. Cl. Bernard, que nous avons pu obtenir ces résultats ; mais il en est d'autres sur lesquelles l'attention n'a pas été attirée et que nous nous proposons de faire connaître ; elles nous ont permis de mettre en évidence des faits nouveaux et d'établir sûrement à quoi tient la persistance de la sensibilité dans le bout périphérique des nerfs sectionnés.

» Dans son livre sur le système nerveux, à propos du facial (t. II, p. 26) M. Cl. Bernard s'exprime ainsi :

« J'ai toujours rencontré la sensibilité récurrente chez le Chien, en agissant dans les circonstances favorables indiquées dans le semestre dernier ; mais, chez certains animaux, tels que le Cheval et le Lapin, la sensibilité récurrente est quelquefois très-obscure et paraît même manquer... »

» En ce qui concerne le Cheval, M. Chauveau est encore plus affirmatif dans son Mémoire sur la moëlle épinière (*Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux*, p. 361, 1861). Après avoir rappelé qu'il a fait un très-grand nombre de recherches sur la comparaison des phénomènes de sensibilité récurrente dans les différentes espèces animales

et qu'il est arrivé sur le Chien à constater la réalité des divers faits avancés par M. Cl. Bernard, ce physiologiste ajoute : « Mais il n'en a plus été de même quand je me suis adressé à d'autres animaux. C'est le Cheval qui m'a servi en premier lieu pour ces recherches. *Jamais* il ne m'a été possible de faire naître le moindre signe de sensibilité récurrente, et cela aussi bien pour le facial et le spinal que pour les racines antérieures ». Le premier de ces nerfs était sectionné à son passage sous la glande parotide et avant l'anastomose de ses différentes branches avec le nerf temporal superficiel ; le second était galvanisé dans le canal rachidien.

» Nous avons répété la section du facial et du spinal dans les mêmes conditions ; nous n'avons pas pu constater de sensibilité, et pourtant l'animal était toujours très-excitable. Dès lors, comment admettre qu'une propriété de tissu soit l'apanage exclusif d'une espèce ? Comment expliquer une semblable discordance dans les résultats ?

» S'agissait-il d'une anomalie ou d'une disposition des filets nerveux particulière au Cheval et au Lapin ? Cette question méritait d'être examinée avec un soin tout particulier ; c'est en nous plaçant à ce point de vue et en attendant le temps nécessaire pour la dégénération des tubes nerveux dont la continuité avec les centres trophiques avait été interrompue que nous avons pu établir cette première proposition : si, après la section du facial, au-dessous de la parotide chez les Solipèdes, on ne trouve pas habituellement de sensibilité dans le bout périphérique, c'est qu'à ce niveau le plus ordinairement il n'y a pas de tubes nerveux intacts, autrement dit de tubes ayant encore des relations avec les centres trophiques et perceptifs. En effet, dans tous les cas où la section du facial, chez le Cheval, avait porté sous la glande parotide, nous n'avons pu mettre sûrement en évidence la sensibilité du bout périphérique, et, à part une circonstance où nous trouvâmes deux fibres nerveuses intactes dans le bout périphérique, constamment tous les tubes nerveux nous ont paru dégénérés.

» Dans un cas où la section, au lieu d'être faite au-dessous de la parotide, avait porté un peu en avant sur le masséter, le pincement du bout périphérique révéla une sensibilité douteuse ; après un laps de temps convenable, nous trouvâmes quelques fibres intactes. Or nous pensâmes que ce double résultat était dû à ce que la section avait porté plus bas, ou, si l'on veut, dans un point plus rapproché de la périphérie.

» Pour vérifier si cette hypothèse était fondée, nous instituâmes l'expérience suivante : Sur une vieille Mule on mit à découvert la branche inférieure du facial un peu en arrière de la commissure labiale ; le nerf fut

sectionné et isolé absolument des tissus environnants dans l'étendue de 2 centimètres. Au bout de deux heures, on saisit avec précaution le fil, et l'on attire doucement à soi le bout périphérique du nerf; à chaque pincement l'animal retire vivement la tête et abaisse fortement la lèvre inférieure. A trois reprises différentes on constate le même résultat. Enfin, on resèque toute la partie excédante : toujours mêmes phénomènes. Il n'y avait plus de doute possible : c'est parce qu'on s'était rapproché de la périphérie que la sensibilité était aussi vive. L'animal fut conservé du 24 mars au 12 mai. A cette époque on le sacrifie et l'on enlève les bouts central et périphérique, que l'on met partie dans une solution d'acide osmique, partie dans une solution d'acide chromique. Or, dans le bout périphérique, on a trouvé dix à douze tubes nerveux intacts, les uns fins, les autres moyens, et dans le bout central un nombre à peu près égal, mais cependant moindre (huit certainement) de tubes semblables dégénérés.

» Cette expérience a été répétée deux autres fois (Cheval et Ane), et toujours avec les mêmes résultats; elle nous a permis de formuler cette seconde proposition : si, après la section du facial en avant de la parotide, chez les Solipèdes, on rencontre parfois une sensibilité douteuse dans le bout périphériqne, c'est qu'alors on y trouve quelques tubes nerveux intacts, c'est-à-dire en relation avec les autres trophiques et perceptifs. Enfin, plus on se rapprochera de la périphérie et plus on sera sûr d'une part de mettre en évidence la sensibilité et d'autre part de trouver, toutes proportions gardées, un plus grand nombre de tubes nerveux intacts.

» Nous avons immédiatement cherché sur le spinal des Solipèdes s'il en en était de même, et nous sommes arrivés à des résultats identiques. Chez le Lapin, nous sommes arrivés à des résultats analogues; toutefois, cet animal étant généralement peu excitable, la sensibilité n'est jamais très-vive.

» Dès l'année 1868, nous avions cherché à mettre en évidence la sensibilité du bout périphérique du sus-orbitaire, du sous-orbitaire et du mentonnier. Nos premiers résultats furent, à quelques exceptions près, assez nets sur le Chien et le Chat, mais très-douteux sur les Solipèdes; de sorte que nous ne pouvions rien en conclure au point de vue du but que nous poursuivions (détermination de la persistance de la sensibilité et du retour des douleurs chez les malades atteints de névralgie de la face d'origine périphérique et névrotomisés). Cependant nous avions déjà trouvé une sensibilité des plus évidentes dans les nerfs collatéraux des doigts, et il est certain qu'à ce niveau les branches du médian, du radial et du cubital peuvent être considérées comme exclusivement sensitives. Dès que nous

eûmes trouvé la sensibilité du bout périphérique du facial dans les conditions indiquées ci-dessus, nous procédâmes de la même façon pour les branches du trijumeau, et nous pouvons dire aujourd'hui que la sensibilité du bout périphérique est très-manifeste sur les nerfs sus-orbitaire, sous-orbitaire et mentonnier du Chien. La sensibilité nous a paru douteuse chez le Cheval et le Lapin en ce qui concerne les branches sus et sous-orbitaires; mais elle nous a paru évidente sur le mentonnier des Solipèdes. Chose remarquable, chez tous ces animaux sans exception, nous avons rencontré des tubes sains (fins et moyens) dans le bout périphérique des rameaux, et des tubes dégénérés dans le bout central. Toutefois, ces tubes sont bien moins nombreux que dans le facial, ce qui explique la plus grande difficulté que l'on éprouve à les exciter de manière à produire une douleur suffisamment vive. En outre, nous avons constaté la présence de tubes dégénérés dans les filets sous-orbitaires du côté opposé (dans la section du sous-orbitaire), ce qui prouve que, si les branches périphériques de la cinquième paire peuvent recevoir des fibres récurrentes des branches voisines, elles en reçoivent à coup sûr des branches du côté opposé.

» Enfin, en ce qui concerne les nerfs des membres, nous avons pu, de la même façon, mettre en évidence la sensibilité des bouts périphériques des nerfs des membres chez les Solipèdes, résultat auquel il ne nous avait pas été possible d'arriver jusqu'ici. En dernier lieu, et ce point est très-important, nous expliquons aujourd'hui l'absence de sensibilité du bout périphérique des nerfs des membres supérieurs chez le Chien et le Chat, lorsque la section porte à la partie moyenne du bras. En effet on ne trouve pas de fibres intactes à ce niveau.

Résumé. — 1° Le facial et le spinal des Solipèdes et des Rongeurs possèdent la sensibilité récurrente aussi bien que ceux des Carnassiers.

» 2° Pour trouver plus facilement la sensibilité récurrente, il faudra se porter à la périphérie.

» 3° Le bout périphérique des branches du trijumeau est sensible; cette sensibilité est assez difficile à bien mettre en évidence, mais elle existe.

» 4° Le bout périphérique des nerfs des membres est également sensible; toutefois, la sensibilité peut disparaître lorqu'on remonte sur les troncs nerveux.

» 5° Dans tous les cas, la sensibilité du bout périphérique est due à la présence de tubes nerveux dont les relations avec les centres trophiques et perceptifs n'ont pas été interrompues par la section.

» 6° L'absence de ces tubes se lie à l'insensibilité du bout périphérique.

» 7° Ces tubes proviennent de la cinquième paire pour le facial, des nerfs voisins et à coup sûr des nerfs du côté opposé pour les nerfs sensitifs, des nerfs voisins et homologues pour les nerfs mixtes.

» 8° Ces tubes récurrents remontent plus ou moins haut dans le tronc du nerf auquel ils sont accolés; leur nombre diminue en allant de la périphérie vers le centre.

» 9° Le retour de ces fibres peut se faire avant la terminaison des nerfs, mais la terminaison est le lieu où il se produit de préférence.

» 10° Pour plusieurs raisons, nous pensons que la sensibilité du bout périphérique appartient à tous les nerfs, et que, pour nous en tenir aux Mammifères, elle doit exister chez tous les animaux de cette classe. »

M. **A. Sabatier** adresse, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale, ses « Études sur le cœur et la circulation centrale dans la série des Vertébrés ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **N. Gréhant** adresse, pour le Concours du prix de Physiologie expérimentale, un Mémoire ayant pour titre : « Recherches sur le mode d'élimination de l'oxyde de carbone ».

(Renvoi à la Commission.)

M. **J. Bonjean** adresse, pour le Concours du prix de Médecine et Chirurgie, un résumé de ses travaux sur l'ergotine, en une brochure intitulée : « Emploi de l'ergotine sur les malades et les blessés de l'armée du Rhin, « comme hémostatique, cicatrisante et antiputride ».

L'auteur appelle en outre l'attention de l'Académie sur la grande réduction du chiffre de la mortalité chez les amputés, par suite de l'emploi à l'intérieur de l'ergotine qui « prévient la résorption purulente ».

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et Chirurgie.)

M. **Constantin** adresse, pour le Concours des Arts insalubres, un Mémoire « sur l'élimination complète du plomb des vernis et glaçures à l'usage des poteries communes ».

(Renvoi à la Commission du Concours des Arts insalubres.)

M. **Legrip** adresse, pour le Concours du prix Barbier, un Mémoire intitulé « Diathéralyse ».

(Renvoi à la future Commission du prix Barbier.)

M. C. **Méhu** adresse, pour le Concours des prix de Médecine et Chirurgie (fondation Montyon) ses « Études sur les liquides séreux normaux et pathologiques ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et Chirurgie.)

Un auteur, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour le Concours du prix de Mécanique (fondation Montyon), la description et le dessin de trois instruments agricoles.

(Renvoi au Concours du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

M. C. **Baum** adresse à l'Académie un Mémoire sur les prix de revient des transports par chemin de fer.

(Renvoi à la Commission des prix de Statistique.)

M. A. **Brachet** adresse un Mémoire sur une nouvelle application des moteurs hydrauliques souterrains et de la machine magnéto-électrique de Gramme à l'éclairage des grandes voies.

(Renvoi à la Commission du Concours Trémont.)

M. H. **Gravier** adresse une Note sur un moyen de combattre les ravages de l'oïdium et du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. **Lehmann** adresse, de Düsseldorf, un Mémoire imprimé en allemand « Sur les lois de l'individualité des planètes de notre système solaire ».

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy.)

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un projet relatif à l'aérostation, de M. *Caillos*, qui avait été adressé par l'auteur à M. le Ministre de l'Intérieur.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. L. **Fuchs** adresse une Note sur un mode de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Ollier**, nommé Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, dans la séance du 18 mai 1874, adresse ses remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'addition des fonctions elliptiques;* par M. E. **Catalan**.

« I. Pour intégrer l'équation

$$(1) \qquad \frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)} = 0,$$

on emploie, en général, des méthodes longues ou compliquées (*). En voici une qui est exempte de ces deux défauts.

» Après avoir mis l'équation (1) sous la forme

$$(2) \qquad \Delta(y)\,dx + \Delta(x)\,dy = 0,$$

j'observe que, pour rendre le premier terme intégrable, on peut le multiplier par $\frac{1}{\cos^2 x}$, ou encore par $\frac{1}{\cos^2 x[1+\text{tang}^2 x\,\Delta(y)^2]}$. En effet,

$$(3) \qquad \int \frac{\frac{\Delta(y)\,dx}{\cos^2 x}}{1+\text{tang}^2 x\,\Delta(y)^2} = \text{arc tang}[\text{tang}\,x\,(\Delta y)].$$

Or

$$\cos^2 x[1+\text{tang}^2 x\,\Delta(y)^2] = 1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y = \cos^2 y[1+\text{tang}^2 y\,\Delta(x)^2].$$

Nous pouvons donc prendre, au lieu de l'équation (2),

$$(4) \qquad \frac{\Delta(y)\,dx}{\cos^2 x[1+\text{tang}^2 x\,\Delta(y)^2]} = \frac{\Delta(x)\,dy}{\cos^2 y[1+\text{tang}^2 y\,\Delta(x)^2]}.$$

» Soient maintenant, d'après la formule (3),

$$(5) \qquad \text{tang}\,\alpha = \text{tang}\,x\,\Delta(y), \quad \text{tang}\,\beta = \text{tang}\,y\,\Delta(x);$$

(*) La démonstration que j'ai donnée en 1869, dans les *Bulletins de l'Académie de Belgique*, est fort simple, mais elle exige plusieurs transformations.

et, par conséquent,

$$(6)\quad \begin{cases} d\alpha = \dfrac{\Delta(y)\,dx}{1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y} - c^2 \dfrac{\sin x \cos x \sin y \cos y\, dy}{(1 - c^2 \sin^2 x \cos^2 y)\,\Delta(y)}, \\ d\beta = \dfrac{\Delta(x)\,dy}{1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y} - c^2 \dfrac{\sin x \cos x \sin y \cos y\, dx}{(1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y)\,\Delta(x)}; \end{cases}$$

puis, en vertu de la proposée,

$$(7)\qquad d\alpha + d\beta = 0.$$

L'intégrale cherchée est donc $\alpha + \beta = \text{const.}$, ou $\operatorname{tang}(\alpha + \beta) = \text{const.}$, ou enfin

$$\operatorname{tang}\mu = \frac{\sin x \cos y\, \Delta(y) + \sin y \cos x\, \Delta(x)}{\cos x \cos y - \sin x \sin y\, \Delta(x)\,\Delta(y)},$$

résultat connu (*).

» II. D'après les valeurs (6), on a

$$d(\alpha + \beta) = d\mu = \left[\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)}\right] \frac{\Delta(x)\,\Delta(y) - c^2 \sin x \sin y \cos x \cos y}{1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y}.$$

Ainsi, *pour transformer le premier membre de la proposée en une différentielle exacte, il a suffi de le multiplier par*

$$\lambda = \frac{\Delta(x)\,\Delta(y) - c^2 \sin x \sin y \cos x \cos y}{1 - c^2 \sin^2 x \sin^2 y} = \Delta(\mu)\ (^{**}).$$

Conséquemment, $\left[\dfrac{dx}{\Delta(x)} + \dfrac{dy}{\Delta(y)}\right] \varphi(\lambda)$ *est aussi une différentielle exacte*, la

(*) Après avoir démontré cette formule, Legendre ajoute : « Si l'on prenait deux angles » auxiliaires α, β, tels que

$$\operatorname{tang}\alpha = \operatorname{tang} x\, \Delta(y), \quad \operatorname{tang}\beta = \operatorname{tang} y\, \Delta(x),$$

» il en résulterait

$$\mu = \alpha + \beta,$$

» ce qui est un moyen de calculer aisément μ par les Tables de sinus. » Comment l'illustre auteur du *Traité des Fonctions elliptiques* ne s'est-il pas aperçu que ces variables α, β réduisent l'équation (1) à la forme (6)?

Un mot encore. Dans le *triangle sphérique de Lagrange*, α, β sont les segments déterminés, sur le côté μ, par la hauteur correspondante. Ce triangle sphérique donne donc, de la manière la plus simple, toute la *théorie de l'addition des fonctions de première espèce*.

(**) En effet,

$$\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)} = \frac{d\mu}{\Delta(\mu)}.$$

fonction φ étant arbitraire; et, *si*

$$\left[\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)}\right]\varphi(\lambda) = dV,$$

on peut adopter, comme intégrale de l'équation (1),

$$V = \text{const.}$$

» Soit, par exemple, $\varphi(\lambda) = \frac{1}{\lambda}$; alors

$$dV = \frac{d\mu}{\Delta(\mu)}\frac{1}{\Delta(\mu)} = \frac{d\mu}{1 - c^2\sin^2\mu} = \frac{d\mu}{\cos^2\mu + b^2\sin^2\mu};$$

puis

$$V = \frac{1}{b}\operatorname{arc\,tang}(b\operatorname{tang}\mu) = \text{const.},$$

solution évidente.

» Si l'on prend $\varphi(\lambda) = \lambda^2\Delta(\mu)^2$, on a

$$dV = \left[\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)}\right]\left[\frac{\Delta(x)\Delta(y) - c^2\sin x\cos x\sin y\cos y}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y}\right]^2 = \Delta(\mu)\,d\mu = dE(\mu);$$

mais (*)

$$dE(\mu) = dx\,\Delta(x) + dy\,\Delta(y) - c^2 d(\sin x\sin y\sin\mu);$$

donc *la quantité*

$$\left[\frac{dx}{\Delta(x)} + \frac{dy}{\Delta(y)}\right]\left[\frac{\Delta(x)\Delta(y) - c^2\sin x\cos x\sin y\cos y}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y}\right]^2$$

est une différentielle exacte, identiquement égale à

$$dx\,\Delta(x) + dy\,\Delta(y) - c^2 d\left[\sin x\cos x\frac{\sin x\cos y\,\Delta(y) + \sin y\cos x\,\Delta(x)}{1 - c^2\sin^2 x\sin^2 y}\right]. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE ANALYTIQUE. — *Réponse de M. l'abbé* **Aoust** *aux observations de M.* Serret.

« Je remercie l'Académie de ce qu'elle a bien voulu déroger à ses règlements en faisant insérer dans les *Comptes rendus* ma Note *Sur les intégrales des courbes qui ont une même surface polaire*. Cette insertion permettra aux géomètres d'apprécier la justesse des observations que j'ai l'honneur d'adresser en réponse à celles que M. Serret a faites sur ma Note. Cet éminent analyste s'est occupé avant moi, plusieurs fois, de la même question. Je connaissais, avant d'écrire ma Note, ses belles recherches *Sur les for-*

(*) *Fonctions elliptiques*, t. I, p. 43.

mules des courbes planes : je ne connaissais aucune des solutions qu'il a données de la question dont il s'agit; mais, les eussé-je connues, je n'en aurais pas moins présenté à l'Académie la Note qui vient d'être publiée, et en voici les raisons. M. Serret a abordé la question à trois époques différentes : en 1852, 1855 et 1868. A la première époque, c'est bien la même question que j'ai posée moi-même, quoique en des termes différents : « *Trouver la courbe dont les centres des sphères osculatrices sont sur une courbe donnée* » (*Journal de Liouville*, t. XVIII, p. 31). M. Serret ne résout pas complétement la question à cause de l'équation différentielle (7) (*Ibid.*, p. 32) qu'il n'intègre pas, parce que l'intégrabilité de cette équation reste voilée sous la forme qu'il lui a donnée, et par suite de quantités qu'il faudrait éliminer. A la deuxième époque, c'est une question voisine de la précédente : « *Trouver les trajectoires orthogonales d'un plan mobile* ». Cette question est complétement résolue et d'une manière très-élégante; sa solution est, à mes yeux, un modèle d'analyse. Or, cette question, qui revient foncièrement à la précédente, en est pourtant distincte, parce que les éléments de la courbe donnée dans la première question restent cachés dans la seconde : aussi l'auteur a employé une analyse distincte. Ces deux questions sont telles que la solution directe de l'une n'est que la solution indirecte de l'autre. Enfin, à la dernière époque, il a publié, dans son *Calcul différentiel*, p. 433, une solution de la question directe, mais par une analyse distincte de celle qu'il avait d'abord employée. Par cette analyse, l'intégration de l'équation (7) se trouve éludée, ce qui justifie la place que l'auteur donne à cette solution dans le *Calcul différentiel.*

» La Note que je viens de présenter à l'Académie donne deux solutions directes du premier problème posé par M. Serret.

» La première solution est fondée sur la même analyse ; seulement mon équation résolvante (3) (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1291), est une équation nouvelle ; et, si elle n'est pas nouvelle, c'est une équation dont on ne s'est pas servi, qui a la forme intégrable et qui conduit immédiatement aux expressions explicites des coordonnées de la courbe. Dans la composition, elle est simple et ne contient que deux éléments : l'un, le rayon de courbure de la courbe donnée; l'autre, le rayon de courbure de la courbe cherchée.

» La seconde solution que je donne est fondée sur la *Méthode des roulettes*, en tant qu'une courbe non plane roule sur une autre courbe non plane, de telle sorte qu'à chaque instant leurs plans osculateurs coïncident. Cette méthode, que j'ai exposée dans un Mémoire spécial, dont un résumé a été publié dans les *Comptes rendus* (t. LXX, p. 978), est un méthode déli-

cate à cause des deux rotations qui s'introduisent, mais elle donne des formules simples, qui, sans intégration d'aucune équation différentielle, donnent les coordonnées de la courbe cherchée, sous forme explicite.

» Dans la méthode suivie par M. Serret dans son *Calcul différentiel*, méthode qui ne laisse rien à désirer sous le rapport de la simplicité, la question est traitée à un autre point de vue; les mots de roulette et de roulement ne sont pas même prononcés; l'auteur, systématiquement sobre d'explications géométriques, conduit le lecteur au but sans presque qu'il s'en doute, sans même lui avoir dit que la courbe auxiliaire, tracée sur le plan des XY, est égale à l'arête de rebroussement développée sur ce plan; de sorte que tout géomètre qui lira cette belle analyse pourra la traduire géométriquement de diverses manières, sans avoir recours à la méthode des roulettes.

» En résumé, la Note que j'ai présentée à l'Académie me paraît mériter d'être connue des géomètres : 1° parce que la solution analytique du problème posé repose sur une équation résolvante nouvelle, ou du moins dont on n'a pas fait usage, qui donne, sous forme explicite, les coordonnées des courbes cherchées; 2° parce que la solution géométrique du même problème est encore nouvelle, et une application facile de la *Méthode des roulettes* donnant aussi, comme la méthode précédente, les coordonnées des courbes cherchées sous forme explicite, mais sans qu'il soit besoin d'intégrer aucune équation différentielle. »

M. l'abbé **Aoust** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Des roulettes en général ».

PHYSIQUE. — *Du mouvement de l'air dans les tuyaux*. Troisième Note de M. **Ch. Bontemps**, présentée par M. Desains.

« Pour aborder par l'expérience l'étude du mouvement de l'air dans les tuyaux, il importe d'établir une distinction fondamentale.

» La loi d'Ohm serait pour nous la loi *élémentaire*, c'est-à-dire celle qui conviendrait à des conduites *imperméables à la chaleur* (hypothèse analogue à celle de l'isolement des conducteurs électriques).

» Le cas de l'observation correspondrait à la propagation de la chaleur ou de l'électricité dans une conduite douée d'un certain rayonnement.

» Pour une première étude, on peut négliger la *perturbation* et s'attacher au caractère fondamental qui résulte de l'apparence du phénomène.

» La loi d'Ohm, ainsi appliquée au courant d'air, exprime que l'intensité I (quantité en poids débitée par seconde) peut être représentée par $\frac{dy}{dx}$, rapport de la variation de pression ou de température entre deux points, à leur distance (*).

» Voici une expérience qui établit une dépendance étroite entre l'intensité I et la valeur dy, quand on suppose que l'on considère une même valeur de dx, c'est-à-dire qu'on mesure la différence de pression entre deux points fixes de la conduite.

» Un réservoir de 12 mètres cubes de capacité, rempli d'air à une pression de H_1 centimètres de mercure au-dessus de la pression atmosphérique, débite à travers une conduite de $0^m,01$ de diamètre et d'une longueur de 5 mètres qui débouche dans l'atmosphère.

» Un manomètre différentiel est placé sur la conduite entre deux points distants de $0^m,10$. Un robinet pouvant étrangler plus ou moins la section est disposé en avant du manomètre.

» Supposons le robinet réduisant, par exemple, la section à la moitié de sa valeur, et l'écoulement se produisant sous la charge H_1, avec la résistance R_1 (longueur de la conduite, plus la valeur de l'étranglement), le débit I_1 qui en résultera est supposé évalué par un compteur placé à l'extrémité de la conduite.

» La formule d'Ohm nous donne

$$I_1 = \frac{H_1}{R_1};$$

en même temps, nous lisons pendant l'écoulement, sur le manomètre différentiel (tant que H_1 ne change pas sensiblement), une différence constante h_1 correspondant à la distance l_1 des deux points. On a aussi

$$I_1 = \frac{h_1}{l_1}.$$

» Cela posé, nous avons deux manières de faire varier I_1, nous pouvons agir sur H_1 ou sur R_1.

» Si nous diminuons H_1 seul, en prenant $H_2 = \frac{3}{4} H_1$, nous aurons une valeur I_2 moindre que I_1 : $I_2 = \frac{H_2}{R}$.

(*) L'observation indique que la perte de charge est *sensiblement* uniforme; nous établirons ultérieurement que, dans le cas général, la perte de charge varie comme l'inclinaison de la tangente à une *chaînette*, remplaçant la ligne droite de la loi élémentaire.

» Pour que le débit reprenne la valeur I, il faut agir sur la résistance en la diminuant dans le rapport 1 : 3 : 4, de telle sorte que l'on réalise $I_1 = \frac{H_2}{R_2}$ avec $R_2 = \frac{3}{4} R_1$.

» L'étranglement variable du robinet nous permet d'atteindre ce résultat en élargissant la section. Sous cette forme, il n'est pas aisé cependant, de vérifier que, lorsque le compteur a fait retrouver le débit I_1, la résistance nouvelle R_2 satisfait à la relation $R_2 = \frac{3}{4} R_1$.

» Mais le manomètre différentiel va fournir le complément de l'indication. Si nous suivons la marche de l'instrument, après que la pression initiale est tombée de H_1 à H_2, nous observons une dénivellation h_2; d'autre part, si nous manœuvrons le robinet pendant l'observation du débit, sous le régime H_2, *nous voyons que le compteur indique précisément le débit* I *quand la hauteur* h_2 *est revenue à la valeur* h_1.

» Cette expérience nous semble établir d'une façon certaine la relation $I = \frac{dy}{dx}$.

» Pour fournir la contre-épreuve, il reste à évaluer en longueur du tube type les valeurs R_1 et R_2, qui comprennent, outre la portion fixe de la conduite, les longueurs correspondant aux deux étranglements successifs du robinet. Nous traiterons ce point dans une prochaine Communication.

» Nous ajouterons aujourd'hui quelques détails concernant l'expérience.

» Dans la réalité, le compteur n'est pas mis à l'extrémité de la conduite; pour opérer sur une échelle de variation plus étendue et réaliser la précision avec des instruments sensibles, on ne mesure pas directement I_1, mais une fraction $\frac{I_1}{n}$, en bifurquant le courant à sa sortie, de telle sorte que la branche sur laquelle est le compteur ne reçoive qu'une fraction, toujours la même, du courant total. Cela ne change rien aux déductions précédentes : la loi des courants dérivés (partage des courants en raison inverse des résistances), qui est la conséquence de la loi d'Ohm, permet de composer la résistance des deux dérivations en une valeur résultante. »

CHIMIE. — *Sur l'action de l'urée sulfurée et du bisulfure de carbone sur l'urée argentique.* Note de M. J. **Ponomareff**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Une Note récente de MM. Oppenheim et Pfaff (1) sur les transformations de quelques combinaisons mercuriques des amides m'engage à publier les résultats que j'ai obtenus en étudiant l'action de l'urée sulfurée et du bisulfure de carbone sur l'urée argentique.

» On sait que M. Mulder (2) a démontré que l'urée argentique est de l'urée dans laquelle deux atomes d'hydrogène sont remplacés par deux atomes d'argent et que sa formule de structure est

$$CO \begin{cases} AzH, Ag, \\ AzH, Ag. \end{cases}$$

» En me fondant sur l'affinité du soufre pour l'argent, j'ai pensé que l'urée sulfurée ou le bisulfure de carbone pourrait donner lieu avec l'urée argentique à des réactions dont voici les équations :

$$CO, Az^2H^2Ag^2 + CSAz^2H^4 = Ag^2S + CO(Az^2H^2)C, AzH + AzH^3,$$

et

$$CO, Az^2H^2Ag^2 + CS^2 = Ag^2S + CO(Az^2H^2)CS,$$

c'est-à-dire qu'il se formerait dans le premier cas un sel ammoniacal de l'acide amidodicyanique (ou son isomère), et dans le second l'acide dicyanique sulfuré.

» Les expériences n'ont pas confirmé mes suppositions; les réactions sont passées d'une manière différente.

» *Expériences avec l'urée sulfurée.* — L'urée argentique réagit sur l'urée sulfurée en solution aqueuse presque instantanément, avec formation de sulfure d'argent. La solution filtrée a donné par l'évaporation des cristaux prismatiques ressemblant beaucoup à ceux de l'urée, mais qui n'étaient pas homogènes; leur solution aqueuse donnait un précipité jaune avec le nitrate d'argent ammoniacal. Après avoir été lavés à l'éther absolu et recristallisés dans l'alcool, ces cristaux ne donnaient plus de précipité par le nitrate d'argent. Leur point de fusion était à 130 degrés, leur goût ressemblait à celui du salpêtre; ils formaient avec l'acide nitrique et l'acide

(1) *Berichte d. D. Chem. Gesellschaft*, t. VII, p. 623.

(2) *Berichte d. D. Chem. Gesellschaft*, t. VI, p. 1019.

oxalique des cristaux peu solubles; avec le chlorure de mercure en présence de la potasse, ils donnaient un précipité blanc. Ces propriétés sont celles de l'urée.

» La solution éthérée a donné, après évaporation, des cristaux de cyanamide hygroscopiques, fusibles à 40 degrés; leur solution aqueuse a donné avec l'azotate d'argent un précipité jaune de cyanamide argentique, qui augmente par l'addition d'ammoniaque. Ce précipité analysé a donné les nombres suivants :

» 0,159 de matière ont donné 0,1335 d'argent, c'est-à-dire 83,9 pour 100. La formule CAz^2Ag^2 exige 84,3 pour 100.

» Je n'ai pas remarqué qu'il y eût formation de dicyanamide : donc la réaction entre l'urée sulfurée et l'urée argentique peut être représentée par l'équation suivante :

$$COAz^2H^2Ag^2 + CSAz^2H^4 = Ag^2S + COAz^2H^4 + CAz^2H^2.$$

» Je dois remarquer que l'urée argentique humide, récemment préparée, réagit autrement; il se forme un produit peu soluble dans l'eau. Je n'ai pas encore étudié la nature de ce produit.

» *Expériences avec le bisulfure de carbone.* — En traitant par du bisulfure de carbone la poudre blanche d'urée argentique, tenue en suspension dans de l'eau, et en agitant continuellement, on obtient un précipité de sulfure d'argent qui augmente peu à peu. La réaction terminée, on filtre et on laisse évaporer. Pendant l'évaporation, on a pu constater l'odeur caractéristique, non désagréable, de l'oxysulfure de carbone, en même temps que celle du sulfure de carbone employé en excès. Les cristaux obtenus par l'évaporation étaient de l'urée (même point de fusion, même réactions avec l'acide azotique, l'acide oxalique et le sublimé corrosif, en présence de la potasse caustique).

» J'ai pensé d'abord que le produit que je cherchais était décomposé par l'eau pendant l'évaporation : aussi ai-je répété l'expérience en prenant une solution alcoolique et en évitant l'évaporation à température élevée. Le résultat fut le même, mais la réaction fut plus lente que lorsque j'avais employé une solution aqueuse.

» D'après cette dernière expérience, il était difficile d'admettre que le produit cherché est décomposable par l'eau. On aurait pu seulement supposer que, comme dans l'expérience avec l'urée sulfurée, il se formerait ici de la cyanamide; mais que cette dernière, sous l'influence d'une petite quantité d'eau contenue dans l'alcool et en présence de l'oxysulfure de carbone se convertirait en urée.

» Pour éclaircir ce point, j'ai opéré dans une solution d'éther absolu, et je fus étonné de voir que, bien que j'eusse soin d'agiter continuellement et longtemps, il ne se produisait aucune altération de l'urée argentique; mais, lorsque j'eus ajouté de l'eau, il y eut une légère formation de sulfure d'argent, qui continua à se former tant que l'eau fut en quantité suffisante.

» Les résultats des réactions sont de l'urée et de l'oxysulfure de carbone, comme précédemment.

» Pour démontrer la formation de l'oxysulfure de carbone, j'ai employé le procédé de M. Berthelot (1). Le contenu du ballon, dans lequel se formait la réaction, fut chauffé légèrement, et je fis passer l'oxysulfure de carbone avec les vapeurs de bisulfure de carbone dans un autre ballon, qui avait été rempli préalablement de gaz ammoniac sec. Le liquide distillé se troubla, et au bout de peu de temps il se forma des cristaux de carbonate oxysulfuré.

» Le sulfure de carbone ne formait pas de cristaux avec le gaz ammoniac dans le même espace de temps.

» La réaction peut être exprimée par l'équation suivante :

$$COAz^2H^2Ag^2 + CS^2 + H^2O = Ag^2S + COS + COAz^2H^2.$$

» Un fait important à noter est que la réaction se passe uniquement en présence de l'eau; il est donc impossible de supposer la formation d'un produit intermédiaire décomposable par l'eau.

» J'ai essayé aussi de chauffer jusqu'à 100 degrés pendant six heures du bisulfure de carbone et de l'urée argentique dans un tube scellé. Il y eut à peine une réaction sensible. La masse noircit légèrement; mais la plus grande partie de l'urée argentique resta inaltérée et soluble dans l'ammoniaque; il ne se forma qu'une quantité insignifiante d'urée, qui doit être attribuée à ce que les substances employées n'étaient pas absolument sèches, ou que l'urée argentique était un peu décomposée.

» Les expériences ont été faites au laboratoire de M. Schutzenberger, à la Sorbonne. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la germination.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **Ed. Landrin**, présentée par M. Decaisne.

« Quand, sous une cloche retournée sur le mercure, on introduit un volume déterminé d'air atmosphérique, un gramme de graines (blé, colza,

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. IX, p. 6; 1868.

cresson, lin, orge), puis une quantité d'eau suffisante pour les mouiller, on observe, après quelques jours, une diminution de volume de plusieurs centimètres cubes, qui atteint habituellement, toutes corrections faites, environ le dixième du volume total du gaz en expérience.

» Si l'on met fin à l'observation deux ou trois jours seulement après qu'elle a commencé, on trouve parfois que le volume du gaz a diminué sans qu'il soit encore apparu d'acide carbonique; plus habituellement cependant, dès le troisième jour, l'atmosphère confinée renferme une faible quantité d'acide carbonique dont le dégagement n'a pu compenser la perte de gaz par occlusion, qui a lieu rapidement quand les enveloppes de la graine sont ramollies par l'eau.

» L'analyse indique que la perte de gaz porte sur l'azote comme sur l'oxygène ; cependant le gaz restant est plus riche en azote que l'air atmosphérique, l'oxygène ayant pénétré dans la graine en plus grande proportion que l'azote. Quand on substitue à l'air atmosphérique de l'azote pur, de l'hydrogène, ou un mélange d'oxygène et d'hydrogène, on observe encore, pendant les premiers jours de l'expérience, une diminution de volume qui indique que la graine possède la propriété de condenser les gaz à la façon des corps poreux.

» Si, au lieu de laisser seulement les graines en contact avec un volume de gaz limité, pendant quelques jours, on prolonge l'expérience, qu'on lui donne une durée de deux ou trois semaines, les phénomènes changent complétement; au lieu de diminuer, le volume du gaz augmente considérablement : A l'analyse, on reconnaît que tout l'oxygène a disparu, qu'il s'est dégagé une quantité d'acide carbonique bien supérieure à celle qu'aurait pu donner tout l'oxygène contenu dans l'atmosphère primitive; qu'il est souvent apparu de l'hydrogène et même du firmène si l'expérience a lieu pendant les chaleurs de l'été; qu'enfin le volume de l'azote a lui-même augmenté.

» Dans une atmosphère lentement dépouillée d'oxygène, les graines germées paraissent donc être le siége d'une combustion interne, analogue à celle qui se produit dans la fermentation alcoolique où de l'acide carbonique est formé aux dépens même de la matière organique. On n'a jamais constaté la présence de l'hydrogène libre qu'après la disparition complète de l'oxygène; il nous semble donc être plutôt un produit de décomposition qu'un gaz émis pendant une germination régulière; quant à l'azote qui apparaît également à l'état libre, il reste à rechercher son origine.

» Les physiologistes, qui ont déterminé la composition des graines normales et des graines germées en dosant l'azote au moyen de la chaux sodée, ont reconnu que pendant la germination la graine ne perd pas d'azote combiné; il y a tranformation des albuminoïdes en asparagine, mais la graine germée renferme autant d'azote que la graine normale, de telle sorte que les dégagements d'azote que nous avons obtenus paraissaient en contradiction avec les expériences de nos devanciers. Certainement on peut croire que, dans les expériences de longue durée, où les graines ont séjourné dans des atmosphères dépouillées d'oxygène pendant plusieurs semaines, elles se sont décomposées, et que le gaz azote, trouvé en excès, provient de l'altération des composés albuminoïdes. Il est probable, en effet, que telle est parfois son origine; cependant ce n'est pas seulement dans les atmosphères privées d'oxygène qu'on observe le dégagement d'azote; de plus, l'irrégularité de son apparition donna plutôt l'idée que la présence de ce gaz est accidentelle, et nous nous décidâmes bientôt à rechercher si les graines employées dans nos expériences ne renfermaient pas habituellement une petite quantité d'azote libre, ce qui était facile, en comparant les nombres obtenus en cherchant l'azote combiné à l'aide de la chaux sodée et l'azote total par combustion dans un tube à oxyde de cuivre.

» Nous donnons (1) dans le Mémoire que nous résumons ici tout le détail des analyses; elles nous ont conduit à reconnaître que les graines d'orge, de lin, de froment renfermaient une petite quantité d'azote libre qui nous dévoile l'origine de l'azote dégagé quand les graines ont séjourné pendant longtemps dans une atmosphère confinée. Toutes les graines cependant ne renferment pas d'azote libre : c'est ainsi que le cresson alénois nous a donné exactement le même chiffre, que nous recherchions l'azote par la chaux sodée ou par combustion dans l'oxyde de cuivre; mais il est à remarquer aussi qu'habituellement on ne trouve, dans l'atmosphère où il a séjourné, que de très-faibles excès d'azote.

» Il resterait à déterminer à quel moment a pu avoir lieu cette pénétration d'azote dans des graines qui n'ont pas été mouillées; nous reviendrons prochainement sur ce sujet; mais le point qu'il importait d'établir à l'aide des dosages précédents était le fait même de la condensation des gaz dans les graines. Or cette condensation nous est démontrée : 1° par l'existence d'une petite quantité d'azote libre dans les graines; 2° par le dégagement de ce gaz dans les expériences de longue durée; 3° surtout par la diminu-

---

(1) En composition aux *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, t. XIX, p. 358.

tion de volume qui se produit dans une atmosphère confinée pendant la première période de la germination.

» Or cette condensation rapide, dans une graine de dix à quinze fois son volume de gaz, ne peut avoir lieu sans que le gaz perde de la chaleur latente, et c'est précisément cette chaleur qui élève la température de l'oxygène occlus à un degré suffisant pour que le phénomène d'oxydation commence; dès lors l'ébranlement est donné à toute la masse, la chaleur dégagée par la combustion favorise une action nouvelle que le dégagement d'acide carbonique rend manifeste; le point de départ, la cause même de l'oxydation qui éveille la vie latente de la graine est donc pour nous la pénétration rapide des gaz au travers des tissus rendus perméables par l'action de l'eau.

» Quelques-unes des expériences exposées dans notre Mémoire nous ont permis de reconnaître, après Th. de Saussure, qu'aucun gaz n'est aussi nuisible à la germination que l'acide carbonique : des graines maintenues dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène y germent comme dans l'air atmosphérique; mais il suffit d'introduire dans de l'oxygène quelques centièmes d'acide carbonique pour voir la germination s'arrêter presque aussitôt que les radicelles ont apparu; et si la quantité d'acide carbonique est notable, les graines pourrissent sans germer; des expériences en voie d'exécution au laboratoire de culture du Muséum d'Histoire naturelle permettront peut-être de préciser à quelles causes il faut attribuer l'influence défavorable qu'exerce l'acide carbonique sur la germination. »

MÉDECINE. — *De l'ammoniaque et du phénate d'ammoniaque dans le traitement du choléra et des maladies à ferments, à propos des piqûres de serpents;* par M. le Dr **DÉCLAT**.

« L'injection de l'eau ammoniacale dans les veines pour combattre les morsures des serpents les plus venimeux a été faite depuis déjà assez longtemps en Amérique, et surtout en Australie. La plupart de ces injections ont donné lieu à des succès inespérés, mais presque toutes ont été suivies de gangrènes partielles, plus ou moins graves, qui démontrent le danger d'employer l'ammoniaque seule.

» Le Dr Halford a publié, en janvier 1870, dans le *Pacific and surgical Journal*, dix observations d'injections ammoniacales faites avec succès par différents confrères et par lui-même.

» Le *Courrier médical* du 12 février 1870 reproduit le résumé de ces ob-

servations. Il est donc démontré que, faite dans certaines conditions, l'injection d'eau ammoniacale peut guérir la morsure des serpents venimeux.

» Près d'une année avant la Communication de ces faits, j'avais déposé à l'Institut, le 31 mai 1869, un pli cacheté dont l'Académie des Sciences a autorisé l'ouverture dans sa séance du 27 septembre 1873, pli dans lequel j'indiquais l'emploi du *phénate d'ammoniaque* en injections sous-cutanées, et même, au besoin, en *injections dans les veines*, pour obtenir la guérison dans le sang-de-rate, chez le mouton, et, par analogie, pour celle du choléra et des maladies à ferments. J'ai notamment cité le cas d'un mouton ressuscité, presque *in extremis*, à la suite d'une injection de phénate d'ammoniaque dans les veines, ce qui m'autorisait dès lors à dire, dans mon second pli cacheté d'août 1870, et plus tard, en 1873, à mes confrères de Venise (1) :

« Si la cyanose est avancée ou si le traitement reste inefficace, on devra injecter, *dans une veine du bras*, de vingt à quatre-vingts gouttes, et plus s'il en est besoin, de la solution aqueuse à 1 pour 100 de phénate d'ammoniaque, mais *goutte à goutte*, en attendant que le double effet liquéfiant et antifermentescible ait produit la résurrection du cholérique. »

» Aucune de ces injections n'a été suivie de gangrène, ni aucune de celles que j'ai faites depuis (au nombre de plus de mille). L'association de l'ammoniaque et de l'acide phénique, alors que ces deux corps sont parfaitement purs et secs, conserve : 1° l'action liquéfiante de l'ammoniaque, et par conséquent facilite le rétablissement de la circulation dans tous les cas de cyanose et de congestion locale dite *inflammation*, c'est-à-dire fermentation des maladies aiguës (choléra, fièvre typhoïde, scarlatine, rougeole, variole, bronchite aiguë, fièvre pernicieuse, etc.); 2° conserve également l'action anti-fermentative de l'acide phénique.

» Cependant, dans les expériences qui viennent d'être faites à Venise, dans les cinq cas de choléra algide dont j'ai déjà entretenu l'Académie des Sciences, l'une des malades, qui a été guérie, a eu plusieurs points ulcérés, gangreneux, à l'endroit de certaines piqûres; mais comme toutes les piqûres n'ont pas été suivies d'ulcérations, il est assez difficile de pouvoir dire si ces gangrènes locales ont été occasionnées par l'excès de concentration de la liqueur injectée, ou par l'action mortifiante du médicament dans le derme; car toutes les fois qu'une injection, même d'eau phéniquée, très-légère, est faite dans l'épaisseur du derme, il y a presque toujours une portion mortifiée de la largeur et de la forme d'une lentille; cela tient à ce que l'opéra-

(1) *Giornale veneto di Scienze mediche*, t. XIX, sér. III.

teur n'a pas assez enfoncé l'aiguille et n'a pas fait l'injection dans un tissu lâche, comme le tissu conjonctif. Les injections faites à Venise l'ont été avec une préparation au phénate d'ammoniaque titré à 4 pour 100. Je pense, comme je l'ai déjà dit dans une Note précédente, qu'il ne faut pas dépasser le titre de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ pour 100.

» Lorsque la circulation est très-ralentie, l'absorption n'a pas lieu, surtout si le tissu dans lequel est faite l'injection se trouve *tanné* par l'action caustique du liquide. C'est ce qui est arrivé à Venise; car M. le Dr Minich, président de l'Association médicale vénitienne, et M. le Dr da Vanezia, chargé des cholériques, m'ont dit dernièrement, dans une visite que j'ai eu l'honneur de leur faire, qu'à l'autopsie des trois cas d'insuccès ils avaient retrouvé dans le tissu cellulaire du ventre le liquide de l'injection telle qu'ils l'avaient faite : il n'est donc pas étonnant que les malades n'en aient éprouvé aucun effet. Aussi est-il bien convenu avec ces confrères que, si le choléra reparaît à Venise, ils procéderont aux injections sous-cutanées de phénate d'ammoniaque dès le début de la cyanose, et qu'en cas d'algidité complète, au moment de l'entrée du sujet à l'hôpital, ils recourront aux injections de phénate d'ammoniaque dans les veines.

» *Conclusion.* — L'ammoniaque et la plupart des sels d'ammoniaque joignent à une action anti-fermentative celle de fluidifier le sang épaissi dans les maladies à ferments ; mais de toutes les combinaisons ammoniacales l'association du gaz ammoniac et de l'acide phénique est le meilleur médicament connu jusqu'à ce jour pour combattre d'une manière efficace le choléra confirmé, surtout si on l'emploie des deux manières que j'ai indiquées : en boissons à $\frac{1}{2}$ pour 100 et en injections sous-cutanées, de 100 gouttes chacune, et à la dose de 2 à 2 $\frac{1}{2}$ pour 100 au plus ou en injection dans les veines ; et, pour ces dernières injections (jusqu'à plus amples expériences), je crois que l'on devra se borner à injecter peu à peu une solution de $\frac{1}{2}$ pour 100 à 1 pour 100, comme je l'avais déjà indiqué dans mes plis cachetés de 1869 et 1870. »

M. le général Morin, en présentant à l'Académie la 2e livraison du tome V de la *Revue d'Artillerie*, s'exprime comme il suit :

« Dans le nouveau numéro de cette utile publication, on trouve plusieurs articles qui font suite aux études déjà entreprises sur le matériel des armes étrangères.

» L'artillerie suédoise et norwégienne, les armes portatives adoptées en

Autriche-Hongrie, un Mémoire sur le service de l'artillerie à cheval attachée aux divisions de cavalerie, y sont successivement portés à la connaissance des officiers de l'arme.

» Au point de vue de la science de l'artillerie, M. le capitaine Jouard a donné la première partie de l'analyse d'un travail remarquable de M. le capitaine Ellena, de l'artillerie italienne, relatif à l'étude expérimentale de la balistique intérieure. L'auteur y examine et y compare les diverses méthodes employées pour l'appréciation si importante des pressions exercées dans l'âme des bouches à feu par les gaz de la poudre.

» Le numéro est terminé par une Notice nécrologique sur le général de division de Bressolles, qui a dirigé pendant plusieurs années, avec distinction, le Service de l'artillerie au Ministère de la Guerre. »

M. Résal présente à l'Académie une brochure de M. E. Collignon, intitulée : « Théorie des petites oscillations d'un point pesant sur une surface de révolution à axe vertical ».

M. Chasles fait hommage à l'Académie d'un troisième volume des *Mémoires scientifiques* de M. le comte *Paul de Saint-Robert* (in-8°; Turin, 1874). Le volume précédent, présenté à l'Académie en mai 1873, traitait principalement de la Balistique mathématique et de ses applications à l'Artillerie. Le volume actuel, consacré à la Mécanique et à l'Hypsométrie, renferme quelques questions sur l'air comprimé et les colonnes d'eau, puis sur la mesure des hauteurs par l'observation barométrique.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 7 heures. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mai 1874.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, sous les auspices de Son Excellence le Ministre de l'Instruction publique; t. VI. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques; t. VI, mars et avril 1874. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Les aliments d'épargne, etc.; par le Dr A. MARVAUD; 2e édition. Paris, J.-B. Baillière, 1874; in-8°. (Adressé par l'auteur au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Étude du cheval de service et de guerre; par M. A. RICHARD (du Cantal); 5e édition. Paris, Hachette et Dumaine, 1874; in-12.

Les origines et la propagation du typhus; par le Dr J.-F. GUILLEMIN. Paris, G. Masson, 1874; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

Système silurien du centre de la Bohême; par J. BARRANDE; 1re partie : *Recherches paléontologiques;* 2e partie : *Classe des Mollusques, ordre des Céphalopodes.* Texte. 3e partie : *Description des formes du genre Orthoceras.* Prague et Paris, chez l'auteur, 1874; in-4°, relié.

The Academy of the lymphatic system; by E. KLEIN; I : *The serous membranes.* London, Smith, Elder and Co, 1873; in-8°, relié.

Proceedings of the royal Society; vol. XXI, nos 146, 147; vol. XXII, nos 148, 149, 150. London, 1874; in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London for the year MDCCCLXXIII; vol. 163, part. I, II. London, 1874; 2 vol. in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VI, settembre, ottobre, novembre 1873. Roma, 1873; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MAI 1874.

Observations relatives à la physique du globe, faites au Brésil et en Éthiopie; par Ant. D'ABBADIE, Membre de l'Institut, rédigées par R. RADAU. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°.

PAUL DE SAINT-ROBERT. *Mémoires scientifiques réunis et mis en ordre;* t. III : *Mécanique, hypsométrie.* Turin, Vincent Bona, 1874; in-8°. (Présenté par M. Chasles.)

Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner : 1° la proposition de M. Le Royer et plusieurs de ses collègues, relative à la création d'une Faculté de Médecine et d'une École supérieure de Pharmacie à Lyon; 2° la proposition de M. Fourcand et plusieurs de ses collègues, relative à la création

d'une Faculté de Médecine et de Pharmacie à Bordeaux, etc.; par M. P. BERT, Membre de l'Assemblée nationale. Versailles, Cerf et fils, imprimeurs, 1874; in-4°.

Essai d'un Catalogue minéralogique algérien alphabétique et descriptif; par A. PAPIER. Académie d'Hippone, Bulletin nos 11 et 12. Paris, Challamel, 1873; in-4°.

L'Héliogravure, son histoire et ses procédés, ses applications à l'imprimerie et à la librairie. Conférence faite au Cercle de la Librairie par M. G. TISSANDIER. Paris, imp. Pillet. (Extrait de la *Chronique du Journal général de la Librairie.*)

La conquête de l'air; par M. W. DE FONVIELLE. Paris, A. Ghio, 1874; br. in-8°.

Étude sur Pierre Camper et sur l'angle facial dit de Camper; *par* P. TOPINARD. Paris, C. Reinwald, 1874; br. in-8°. (Extrait de la *Revue d'Anthropologie.*)

Synthèse générale des phénomènes biologiques. Aimantation universelle. Vie éthérée et vie planétaire; par A. MONTAGU. Paris, E. Leroux, 1874; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1873, 2e semestre. Nantes, veuve Mellinet, 1874; in-8°.

Société d'Agriculture, Sciences et Arts de Douai. Bulletin agricole de l'arrondissement de Douai, année 1873, n° 1. Douai, L. Crépin, 1873; in-8°.

Société scientifique et littéraire d'Alais; année 1873, 1er Bulletin. Alais, typ. J. Martin, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; t. XXII de la collection, 1873-1874. Le Mans, imp. Monnoyer, 1873; in-8°.

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 11 mai 1874.)

Page 1358, ligne 16, *au lieu de* l'affinité est brusque, *lisez* l'affinité est basique.
» ligne 27, *au lieu de* distinctement, *lisez* directement.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 25 Mai 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 21.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,
Quai des Augustins, 55.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 24 (15 Juin 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 JUIN 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance générale trimestrielle, qui doit avoir lieu le mercredi 1er juillet prochain.

« M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que la Commission à qui elle a confié le soin de préparer les expéditions chargées de l'observation du passage de Vénus sur le Soleil est arrivée au terme de son travail. Tous les instruments sont prêts; tous les observateurs sont désignés et exercés au maniement des appareils et à l'exécution des opérations qu'ils auront à accomplir. La Commission rendra compte à l'Académie, dans une de ses prochaines séances, de la marche qu'elle a suivie, en s'inspirant de ses intentions.

» Mais, les circonstances ayant rapproché le départ de l'une des expéditions, la Commission a pensé que l'Académie désirerait faire connaître elle-même à son chef les sympathies qui l'accompagnent dans sa mission lointaine.

» L'expédition en partance est placée sous les ordres de M. Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe de la Marine, avec le concours de M. Hatt,

sous-ingénieur hydrographe de la Marine, et de M. Courjerolles, lieutenant de vaisseau. Elle va stationner à l'île Campbell, lieu désigné pour l'observation. Elle se dirige par Batavia et Sydney, de manière à atteindre Campbell vers le 15 septembre.

» Elle aura, en conséquence, après s'être installée, au moins deux mois pour exécuter les observations préliminaires indispensables et pour se préparer à effectuer dans les meilleures conditions l'observation spéciale du passage.

» Les études qui nous ont occupés en commun, pendant près de deux ans, ont permis aux Membres de la Commission d'apprécier non-seulement la science de M. Bouquet de la Grye et celle de ses deux adjoints, mais aussi les sentiments élevés qui les ont conduits à réclamer l'honneur de participer aux travaux de l'Académie. Je suis l'interprète de la Commission en disant à M. Bouquet de la Grye qu'il laisse parmi nous les meilleurs souvenirs et qu'il emporte, dans sa courageuse entreprise, tous nos vœux pour lui-même et pour ses dignes collaborateurs. »

M. le **Président** adresse à M. Bouquet de la Grye les paroles suivantes :

« Vous attachez votre nom à l'histoire d'une entreprise qui, depuis deux siècles déjà, tient les astronomes en suspens. Vos prédécesseurs de 1761 et de 1769, si habiles et si dévoués pourtant, n'ont pas réalisé l'éminent espoir inspiré par la mémorable méthode de Halley. Ils ont rencontré des difficultés imprévues alors et inexpliquées. Vous les rencontrerez aussi et vous en triompherez; l'Académie des Sciences y aura contribué par les beaux et longs travaux de la Commission du Passage de Vénus, et par le choix des éminents collaborateurs associés par elle à ses études. Appuyé sur une science solide et depuis longtemps éprouvée, soutenu par le zèle et le dévouement dont votre départ est la preuve, aidé par le souvenir des conseils reçus de si haut, dans le concours de toutes les nations savantes, vous tiendrez dignement le drapeau de la France. »

« M. **Élie de Beaumont**, en donnant son complet assentiment à ce qui vient d'être dit par M. Dumas et par M. Bertrand, rappelle le vœu déjà exprimé par lui-même, dans le sein de la *Commission du Passage de Vénus*, qu'un collecteur-géologue actif et intelligent soit adjoint à la Mission envoyée à l'île Campbell, sous la direction de M. Bouquet de la Grye. Ce collecteur serait spécialement chargé de rechercher et de recueillir tous les débris organiques qui pourraient exister dans les anciens terrains sédimentaires

qui paraissent entrer dans la composition de cette île, jusqu'ici très-peu explorée au point de vue géologique et paléontologique. »

M. **Bouquet de la Grye** prie l'Académie de recevoir l'expression de sa profonde reconnaissance. Les témoignages d'intérêt qu'elle veut bien lui accorder ne peuvent rien ajouter à son dévouement, depuis longtemps complet; mais ils seront, pour ses collaborateurs et pour lui-même, le plus précieux des encouragements.

ASTRONOMIE. — *Théories solaires. Réponse à quelques critiques récentes;* par M. **Faye**.

« En revenant de voyage, je lis, dans les *Comptes rendus* des séances auxquelles je n'ai pu assister, des critiques que je ne puis me dispenser d'examiner. Notre savant Correspondant M. Ledieu blâme, quant à la forme, le complément que j'ai donné au Mémoire de Pouillet sur la radiation solaire; M. Duponchel affirme que, dans ce travail, j'ai déplacé plutôt que résolu la question; le P. Secchi réclame des explications sur un passage d'une de mes dernières Notes, et se plaint de ce que j'ai présenté ses idées d'une manière inexacte.

» 1. Le P. Secchi a plus d'une fois exposé ses idées à l'Académie, et je croyais les avoir passablement comprises. Je les ai entendues, du moins, de la même manière que M. E. Gautier, de Genève, dont on a lu l'intéressante Lettre dans les *Comptes rendus* du 18 mai. D'ailleurs les rectifications de notre savant Correspondant ne portent pas sur le fond, mais plutôt sur certaines expressions que je n'ai pas l'intention de soutenir, du moment où elles ne lui paraissent pas rendre convenablement sa pensée.

» Il n'en est plus de même de la très-brève allusion que j'ai faite (1), dans ma Note du 6 avril (p. 935 de ce volume), à l'article orné de figures que le P. Secchi a inséré dans les *Comptes rendus* du 2 mars; je vais tâcher d'être plus explicite. Dans cet article, le P. Secchi annonce qu'il a enfin assisté à la formation d'une tache, et que les phénomènes observés vérifient de point en

(1) « Au lieu d'exposer mes opinions d'une manière inexacte, dit le P. Secchi (p. 1081, 20 avril dernier), j'aurais préféré que M. Faye eût fait connaître les points prêtant matière *à des analogies qui supportent difficilement un instant de réflexion*. En effet, dans ma Communication du 2 mars, continue le P. Secchi, j'ai évité à dessein toute théorie, et je me suis contenté de rapporter les observations et les faits. »

point sa théorie. Il s'agit d'une éruption observée au bord du Soleil, éruption dont les matériaux, refroidis et devenus opaques, *retombaient* sur le Soleil, sous l'œil de l'éminent observateur, et *produisirent* une tache à l'endroit où, peu d'instants avant, il est sûr qu'il n'y en avait pas. Une semblable annonce devait vivement exciter l'attention; aussi le P. Secchi s'exprime-t-il ainsi :

« *Je ne dépasserai donc pas la limite des faits* en disant que cette tache a été le produit d'une éruption..., et que la matière de l'éruption, retombant ensuite sur le Soleil et s'interposant entre l'observateur et la photosphère, a produit la tache. Cette observation confirme donc notre théorie, et jette une grande lumière sur ces phénomènes. »

» Que dirait-on de plus si l'on avait vu, réellement vu, retomber cette matière sur le Soleil, et si l'on s'était réellement assuré que la tache n'existait pas auparavant? Alors même on n'aurait pu conclure, en restant dans la limite des faits, que la tache s'était formée conformément à la théorie du P. Secchi; il aurait fallu qu'on eût vu les matériaux de l'éruption retomber sur la région même de la tache et non de tout autre côté. Mais rien de tout cela ne résulte de l'observation; ni la retombée des matériaux sur le Soleil, ni la non-existence de la tache dans la matinée. En effet, les dessins de ces éruptions hydrogénées, que l'on peut voir tout à l'aise à la page 609, ne montrent nulle part des matériaux qui retombent. Et quant à la non-existence antérieure de la tache, M. Secchi n'en donne d'autre preuve que ce fait : M. Ferrari, son assistant, ne l'avait pas vue le matin, vers 9 heures, en faisant sa revue habituelle de la projection du disque solaire. Or tous les observateurs savent que les petites taches sont très-difficiles à voir près des bords (1); une légère augmentation dans la distance au bord suffit pour les rendre perceptibles, d'invisibles qu'elles étaient auparavant. Si, de plus, les circonstances atmosphériques ont été un peu meilleures dans l'après-midi, il n'y a rien d'étonnant qu'on ait reconnu, à $2^h 15^m$, un petit groupe de taches qu'on n'aura pas noté à 9 heures du matin.

» Je disais plus tout à l'heure : quand bien même il serait établi que la tache s'est formée entre 9 heures du matin et $2^h 15^m$ du soir, cela ne prouverait en aucune façon que le phénomène s'est produit suivant la

(1) D'abord à cause de la projection qui tend à en masquer l'ouverture; ensuite à cause de l'assombrissement des bords du Soleil qui atténue beaucoup le contraste qu'on remarque si aisément dans les régions plus centrales entre les pénombres des taches et le fond brillant de la photosphère.

théorie du P. Secchi. Les éruptions métalliques qui accompagnent si souvent les taches sont ainsi nommées parce que l'hydrogène raréfié, qui s'élève vivement au-dessus de la chromosphère, entraîne avec lui des traces de vapeur de fer, de magnésium, etc., plus lumineuses, et dont le spectroscope révèle la nature. Ces vapeurs doivent être elles-mêmes fort rares, comme le milieu où elles s'élèvent et se soutiennent quelque temps. Si elles étaient assez abondantes et assez denses pour former, en retombant sur le Soleil, de grandes taches opaques, on les suivrait aisément au spectroscope, du moins dans la région où elles se projettent sur le ciel; et si le refroidissement qu'elles subissent en haut venait à les condenser en molécules solides, cette poussière serait incandescente et les jets d'hydrogène qui l'entraînent, en retombant, donneraient une lumière éclatante, non plus à raies brillantes comme les vapeurs soulevées, mais à spectre continu comme la flamme d'un bec de gaz d'éclairage où la poussière de carbone divisé est tenue en suspension. Or on n'a jamais, que je sache, observé rien de semblable sur les bords du Soleil. Lors donc que notre savant Correspondant nous présente sa théorie des taches comme le résultat direct, comme la traduction pure et simple de ses belles observations, je suis obligé de dire que ses propres observations montrent tout le contraire; car, après les avoir étudiées, après avoir examiné tous ses dessins et toutes ses descriptions avec la plus grande attention, je n'y trouve pas la moindre trace de ces courants redescendants qui accumuleraient en peu d'heures, sur la photosphère, les matériaux condensés et opaques d'une tache ordinaire.

» De même que les idées du P. Secchi ne résistent pas au contrôle des observations du P. Secchi lui-même, de même les idées tout opposées de M. Tacchini sont contredites par les observations journalières du même savant observateur. Je n'ai pas besoin de lui en objecter d'autres. M. Tacchini, comme les autres spectroscopistes en Italie et en Angleterre, a constaté bien souvent le phénomène d'absorption optique que les taches présentent, le renforcement qui s'opère dans un grand nombre de raies noires à leur passage sur les noyaux. Eh bien, ce phénomène journalier auquel le P. Secchi s'est, du moins, efforcé de satisfaire en faisant retomber sur la photosphère des matériaux refroidis, est en contradiction manifeste avec l'idée de courants ascendants dont l'excès de chaleur viendrait à dissoudre localement les amas lumineux de la photosphère. La démonstration est la même que celle de M. Zœllner pour la théorie de M. Reye. J'engagerai M. Tacchini à consulter aussi sur ce point les spectroscopistes anglais.

» Je suis bien aise que le P. Secchi m'ait fourni l'occasion de revenir sur ces questions. La *Revista italiana* vient de publier *in extenso*, dans un numéro spécial, les critiques que MM. Secchi et Tacchini m'ont adressées, ainsi que mes réponses. Rien de plus correct et de plus scientifique que ce procédé; mais cette publication, si complète qu'elle soit à un certain point de vue, n'est déjà plus au courant de la question, et je dois recommander de plus nouveaux documents à l'attention des lecteurs de la Revue spectroscopique.

» Rappelons en peu de mots l'origine de cette controverse. Les deux savants italiens m'ont dit : Vous soutenez que les taches sont dues à des mouvements tourbillonnaires; nous rencontrons bien, dans les pénombres de certaines taches, des mouvements de ce genre très-caractérisés, mais ces cas sont rares, et partout ailleurs il n'y a pas trace de gyration. Puis, faisant l'énumération des taches nombreuses où ils n'avaient découvert aucun indice de ce genre, ils conclurent que ma théorie était contredite par leurs observations journalières.

» Il était bien facile pourtant de voir que dans ma théorie la pénombre n'est que l'enveloppe du tourbillon, une sorte de gaîne visible, engendrée à distance par le refroidissement qu'il produit autour de lui; que cette gaîne formée dans le milieu ambiant et non dans le tourbillon lui-même peut et doit même rester le plus souvent en dehors de l'action mécanique de la gyration centralement accélérée qui, à l'intérieur, entraîne violemment des masses à peu près *invisibles*. J'ai retrouvé plus tard le même contraste dans nos trombes et tornados; là aussi l'aspect tourbillonnaire de la gaîne vaporeuse est peu fréquent, à tel point que la gyration a été niée par toute une série de théoriciens et même d'observateurs. Et pourtant le mouvement gyratoire est bien la cause déterminante de ces grands phénomènes terrestres.

» Ma théorie devait donc être comprise ainsi : *Malgré la rareté connue depuis longtemps et très-explicable de ces apparences gyratoires dans les taches solaires, le trait le plus général, le plus constant de la photosphère est précisément le mouvement gyratoire qui saute aux yeux dans certains cas.*

» Loin d'être contredite par les faits, il se trouve que cette formule est presque identiquement celle sous laquelle M. Langley a résumé dernièrement le résultat des observations qu'il a entreprises, dans une tout autre direction, sur la structure de la photosphère, avec la plus puissante lunette qu'on ait jamais osé diriger sur le Soleil : *Bien que le type cyclonique normal considéré par M. Faye, et embrassant la tache entière dans son mouvement,*

soit extrêmement rare, néanmoins l'évidence du mouvement cyclonique se retrouve partout dans les taches (1).

» On voit par là qu'il manquera deux choses à l'intéressante publication des spectroscopistes italiens : c'est d'abord toute la discussion que ma théorie a soulevée en Météorologie sur les cyclones terrestres ; c'est ensuite la série des recherches qui viennent d'être publiées aux États-Unis et en Angleterre sur la structure détaillée de la photosphère. L'une prouve la fécondité de ma théorie, l'autre en montre la réalité; car, au jugement même de l'auteur de ces belles et délicates recherches, où tous les systèmes proposés jusqu'ici par MM. Kirchhoff, Lockyer, Secchi, Young, Zœllner et moi ont été mis à l'épreuve, le seul qui ait paru, sinon complet, du moins basé sur une *vera causa*, et réunisse, sous une même loi, un grand nombre de vérités qui, autrement, resteraient isolées, c'est précisément celui que les savants italiens ont attaqué avec tant d'ardeur.

» 2. Je passe maintenant à la critique de M. Ledieu. Notre savant Correspondant voudra-t-il bien me permettre d'affirmer qu'elle se réduit à une simple question de forme? Je dirai d'abord que, lorsqu'un physicien calcule la quantité de chaleur nécessaire pour porter un corps de la température t à la température t', il emploie la formule $x(t'-t)$ par chaque kilogramme de ce corps (x représentant la capacité apparente vers les températures voisines t et t') et non pas la formule de M. Ledieu $k(t'-t)$ de la page 1257, où k représente la capacité absolue. Ce sont les deux termes $k(t'-t)+A\int d\lambda$ que j'ai tout simplement réunis en un seul $x(t'-t)$, ce qui est non-seulement permis, mais habituel, afin de n'avoir pas à m'occuper du travail moléculaire ou de la déformation des trajectoires de vibration atomique dont parle M. Ledieu. Seulement j'ai tenu compte, pour le Soleil, d'une circonstance absolument négligeable en Physique, à savoir de la gravitation mutuelle de ses parties et du travail qui en résulte, toutes les fois que la masse vient à se dilater ou à se contracter.

---

(1) « It may be stated generally—

» That the normal type of cyclone contemplated by M. Faye, as embracing the whole spot » in a *common* movement of rotation, is extremely rare ;

» That the evidence of cyclonic action is nevertheless every where present in the spots. »

Lettre de M. Langley à M. Lockyer, en date du 30 janvier, dans les *Monthly Notices*, t. XXXIV, p. 260. Dans son Mémoire du mois de février suivant, dont j'ai traduit les conclusions, p. 593 du volume actuel des *Comptes rendus*, le Directeur de l'Observatoire d'Allegheny s'exprime plus formellement encore.

» De là la nécessité d'introduire un terme nouveau. Si je l'ai désigné par $A\int p\,dv$, qui répond ordinairement au travail extérieur dans nos machines, on ne peut du moins se tromper sur le sens que j'y attache, puisque j'en ai donné l'expression complète. L'intégrale que j'ai développée exprime, en effet, uniquement l'équivalent en calories du travail produit par la faible chute annuelle de la matière solaire vers le centre, travail qui, dans les machines, est absolument insensible, mais qui joue un grand rôle dans la question traitée par moi, à cause de la masse et de la grandeur du Soleil.

» Il est donc aisé de voir que mes conclusions, dégagées de cette question de forme, ne dépendent nullement, quoi qu'en dise M. Ledieu, de deux hypothèses plus ou moins acceptables sur le travail intérieur ou extérieur. Quant aux suppositions d'ordre *héliogonique*, comme il les nomme, elles se réduisent à la loi de contraction et des densités; mais j'ai fait voir que, même en faisant varier ces lois dans des limites très-étendues, les conclusions que j'avais en vue subsistent complétement. Je tiens à ne laisser aucun doute sur ces divers points, car il s'agit de mettre en pleine lumière une notion inconnue à Pouillet, dont l'oubli me paraît avoir induit beaucoup de personnes en erreur sur le refroidissement de la masse solaire. J'ai voulu montrer, en effet, qu'à moins de supposer que la radiation n'intéresse qu'une couche mince à la surface du Soleil, la chaleur due à la contraction solaire contribue pour une part qui peut être très-grande à ladite radiation, en sorte que la température de l'astre est bien loin de baisser avec la rapidité qu'y mettrait le calcul familier aux physiciens d'autrefois. Cette notion, déjà répandue à l'étranger, me semblait avoir besoin d'être établie en France par un calcul plus complet et plus satisfaisant qu'on ne l'avait tenté avant moi; je crois y avoir réussi, grâce à une forme acceptable de la loi des densités. Il est bon d'ajouter que ces notions sont totalement indépendantes de l'idée que nous pouvons nous faire de la température actuelle du Soleil, problème à part sur lequel se sont produites récemment des opinions si discordantes, mais sans importance pour mes travaux.

» 3. Enfin M. Duponchel, critiquant le même Mémoire, croit que j'ai déplacé la question au lieu de la résoudre. M. Duponchel a sans doute en vue une question tout autre, celle qu'il a posée lui-même dans un Mémoire que M. le Président a renvoyé à l'examen d'une Commission. Cette question-là, je l'ai laissée intacte; mais il me sera permis, j'espère, de répondre quelques mots à deux assertions graves de ce savant. Il affirme que, par suite d'erreurs qui se seraient glissées dans le Mémoire de Pouillet, ce dernier aurait assigné à la radiation solaire une valeur onze fois trop petite. Je rappellerai que,

vers la même époque, sir J. Herschel a déterminé aussi, de son côté, l'intensité de la radiation solaire par des appareils différents de ceux de notre célèbre Confrère. Il a exprimé le résultat auquel il est parvenu sous cette forme un peu compliquée : Si un cylindre indéfini de glace de 45 *miles* de diamètre était lancé dans le Soleil avec une vitesse égale à celle de la lumière, il serait incessamment fondu par la seule chaleur de la radiation de cet astre. Il est aisé de ramener le résultat des expériences d'Herschel II à la forme bien préférable de Pouillet : on trouve ainsi 15,000 calories (1) par seconde et par mètre carré, tandis que Pouillet en avait trouvé 13,500. L'accord à $\frac{1}{10}$ près de ces deux résultats indépendants peut être considéré comme une garantie suffisante contre une erreur aussi grossière que celle qu'on imputerait à Pouillet, et c'est avec confiance que j'ai employé ce dernier nombre dans mes recherches.

» Voici la seconde assertion. M. Duponchel a imprimé dans les *Comptes rendus*, comme un fait acquis, que le passage de Jupiter au périhélie coïncide avec le retour périodique des taches solaires; il en déduit même cette conséquence que ce passage doit exercer une influence frigorifique sur la température de la photosphère. Sans m'arrêter à cette conséquence, je dois rappeler ici que les passages de Jupiter au périhélie ont à peu près pour période 11,8 années, tandis que la période des taches est seulement de 11,1 années. De là une sorte de ressemblance qui a pu, quelque temps, faire croire à la liaison de ces deux phénomènes; mais, dès que la période des taches a été bien fixée par M. R. Wolf de Zurich, il a été facile de s'assurer que si, pendant quelques dizaines d'années, les maxima des taches coïncident à peu près avec les passages de Jupiter au périhélie, la discordance ne tarde pas à se manifester, en sorte qu'au bout d'un siècle ce ne sera plus un maximum mais un minimum des taches qui coïncidera avec le passage de Jupiter au périhélie. Cet absolu défaut de concordance entre les deux phénomènes a d'ailleurs été mis en pleine évidence depuis longtemps par M. Carrington, par un procédé graphique fort saisissant.

» Quant au fond même de la question traitée par M. Duponchel, il s'agit de savoir ce que devient la chaleur solaire rayonnée dans l'espace. Je n'ai pas besoin de le savoir pour l'étude dont je m'occupe; par conséquent je n'ai pas eu à déplacer la question. La nature de mes travaux ne m'autorisant pas à émettre sur ce point des idées personnelles, je me bornerai à

(1) En employant pour la chaleur de fusion de la glace 75 calories au lieu de 79, comme on le faisait alors.

renvoyer ceux qui s'intéresseraient au beau problème agité par l'auteur aux travaux de sir W. Thompson et de M. Clausius sur la diffusion de l'énergie dans l'univers.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée par les réactions chimiques dans les divers états des corps;* par M. **Berthelot.**

« 1. Les travaux accomplis par les forces moléculaires sont mesurés par les quantités de chaleur dégagées ou absorbées pendant l'accomplissement des réactions chimiques ; mais, pour les définir, il ne suffit pas d'écrire, comme on a coutume de le faire en Chimie, la nature et les poids relatifs des corps réagissants, il faut encore connaître l'état de chacun de ces corps et la température exacte à laquelle on opère. Je me propose d'examiner, sous ce point de vue, les réactions opérées dans les principaux états des corps : état gazeux, état liquide, état solide, en y joignant spécialement l'état de dissolution, si usité en Chimie, et qui donne lieu à des considérations particulières.

» 2. Rappelons d'abord quelques formules générales : Q_T étant la quantité de chaleur dégagée par une réaction d'un système quelconque de corps pris à la température initiale T; Q_t la quantité dégagée à une autre température initiale t; U étant la chaleur absorbée par les composants du système, pris séparément et avant la réaction, lorsqu'on les porte de t à T; enfin V étant la chaleur dégagée par les composés, pris après la réaction, lorsqu'on les ramène de T à t, ces quatre quantités sont liées par la relation fondamentale que voici (*) :

$$Q_T - Q_t = U - V. \tag{1}$$

» On voit par cette formule que la chaleur dégagée dans une réaction à une température déterminée ne saurait être une quantité constante et caractéristique de la réaction, sauf dans le cas où la relation $U = V$ existe, quelle que soit la température, ou tout au moins pendant un intervalle donné de température ; c'est-à-dire si la somme des travaux accomplis pendant un changement quelconque de température (compris dans cet intervalle donné) est la même pour le système initial des corps composants et pour le système final des corps composés produits par leur transformation.

» 3. *Changements d'états.* — Par exemple, tout changement d'état de

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 303; 1865.

l'un des corps composants ou composés, tels que volatilisation d'un liquide ou liquéfaction d'un gaz, fusion d'un solide ou solidification d'un liquide, dissolution d'un gaz, d'un liquide ou d'un solide dans un autre corps liquide, transformation isomérique, etc., tout changement d'état, dis-je, qui se produira pendant l'intervalle de température envisagé fera varier en général l'un des deux termes U ou V, à l'exclusion de l'autre. Il convient donc de rapporter les réactions à des états de corps tels, qu'ils demeurent les mêmes pour chacun d'eux pendant cet intervalle de température. Afin de remplir cette condition d'une façon générale, il convient même de prendre les corps réagissants ou produits, dans un état identique pour tous. Les termes U et V ne dépendent plus alors que des chaleurs spécifiques. Appelons c, c', c'',... les chaleurs spécifiques atomiques (produit de la chaleur spécifique par l'équivalent) des divers corps composant le système initial, et c_1, c'_1, c''_1,... les chaleurs spécifiques atomiques des produits qui composent le système final, toutes ces chaleurs spécifiques exprimant d'ailleurs des valeurs moyennes relatives à l'intervalle $T - t$. La variation de la chaleur de réaction sera dès lors

$$\text{(2)} \qquad U - V = (\Sigma c - \Sigma c_1)(T - t).$$

Pour que cette quantité soit nulle, il faut et il suffit que

$$\Sigma c = \Sigma c_1;$$

si la relation existe pour toute température comprise dans l'intervalle $T - t$, la quantité de chaleur dégagée par la réaction sera constante pendant cet intervalle. Examinons de plus près ces relations pour chacun des quatre états généraux des corps.

I. — État gazeux.

» 1. Lorsque deux éléments, pris dans un état aussi voisin que possible de celui de gaz parfait, se combinent sans condensation, la chaleur dégagée est indépendante de la température : c'est une constante que l'on peut appeler la *chaleur atomique de combinaison*.

En effet, la relation $U = V$ se vérifie à toute température pour cette classe de combinaisons, les expériences de M. Regnault ayant établi que les gaz composés, formés à volumes égaux et sans condensation (gaz chlorhydrique, bioxyde d'azote, oxyde de carbone), possèdent une chaleur spécifique égale à celle des gaz simples (oxygène, hydrogène, azote) sous le même volume ; cette dernière étant d'ailleurs la même en fait pour les gaz cités,

et en principe pour tous les éléments amenés à l'état de gaz parfaits ; c'est d'ailleurs une quantité constante à toute température, tant à pression constante qu'à volume constant.

» 2. On peut admettre qu'il existe en principe une relation semblable pour toutes les réactions entre gaz simples ou composés, telle que la somme des volumes demeure constante. Soit, par exemple, la formation des éthers :

$$C^4H^6O^2 + HCl = C^4H^5Cl = H^2O^2.$$

Je tire des nombres de M. Regnault

$$\Sigma c = 20,8 + 6,7 = 27,5; \; \Sigma c_1 = 17,7 + 8,6 = 26,3,$$

valeurs très-voisines de l'égalité.

» 3. La chaleur atomique de combinaison serait également définie pour une réaction quelconque, opérée à volume constant, si l'on admettait avec M. Clausius que la chaleur spécifique atomique de tous les gaz composés, prise à volume constant et dans l'état parfait, est la somme des chaleurs spécifiques atomiques de leurs éléments. Malheureusement, on ne connaît aujourd'hui, avec certitude, la chaleur spécifique à volume constant de presque aucun gaz composé, d'aucun même qui soit comparable à un gaz parfait.

» 4. Ce que nous connaissons, d'après M. Regnault, ce sont les chaleurs spécifiques, à pression constante, d'un certain nombre de gaz et de vapeurs; mais, toutes les fois qu'il y a condensation dans la combinaison opérée sous pression constante, le travail extérieur, produit par une variation quelconque de température, n'est pas le même pour les gaz primitifs et pour les produits de la réaction : la variation de la chaleur de combinaison comprend donc deux termes, dont l'un ne dépend pas des travaux intérieurs, seuls comparables en toute rigueur, au point de vue des affinités chimiques.

» 5. Si l'on compare les résultats observés, sans s'arrêter à cette difficulté, on trouve que, dans presque tous les cas, la chaleur spécifique atomique d'un gaz composé est moindre que la somme de celles de ses composants; on a donc $U > V$ au voisinage de la température ordinaire, jusque vers 200 degrés au moins, et même beaucoup plus loin, c'est-à-dire que la chaleur de combinaison sous pression constante croît, en général, avec la température.

» Cependant les vapeurs des protochlorures de phosphore et d'arsenic réalisent, par exception, la relation inverse $U < V$, d'après laquelle la cha-

leur de formation de ces composés depuis leurs éléments décroît à mesure que la température s'élève.

» 6. Quoi qu'il en soit, les variations de la chaleur de combinaison Q_T sont faibles en général, même pour un intervalle de 200 à 300 degrés, parce qu'elles représentent une très-petite fraction de la valeur observée pour Q_T. Celle-ci peut donc être regardée comme sensiblement constante dans la plupart des réactions gazeuses, tant qu'on n'opère pas entre des limites de température très-écartées.

» 7. Pour prévoir ce qui se passe entre des limites beaucoup plus étendues, telles que celles qui comprennent la dissociation, il faudrait connaître les chaleurs spécifiques des gaz composés à diverses températures, ce qui est fort difficile à réaliser expérimentalement. La seule série d'expériences qui aient été faites sont celles de M. Regnault, spécialement sur le gaz carbonique. Or la chaleur spécifique atomique de ce gaz sous pression constante va croissant avec la température; elle a pour valeur

$$\text{à } -30^{\circ},\ +8,2;\quad \text{à } +100^{\circ},\ +9,4;\quad \text{à } +200^{\circ},\ +10,5.$$

Les deux premiers chiffres sont inférieurs à la somme $+10,4$ des chaleurs spécifiques atomiques des éléments (supposés gazeux); le dernier lui est sensiblement égal. Il semble probable que l'on obtiendrait des nombres plus élevés à une température supérieure à 200 degrés.

» Afin de trouver la signification chimique de ces nombres, j'envisagerai la formation de l'acide carbonique, non à partir du carbone, dont l'état gazeux est hypothétique, mais à partir de deux gaz réels, l'oxyde de carbone et l'oxygène :

$$C^2O^2 + O^2 = C^2O^4.$$

On a de même

$$\Sigma c = 6,86 + 3,47 = 10,33;$$
$$c_1 = \ldots\ldots\ldots\ldots\ 10,5;$$

d'où il résulte

$$U > V \quad \text{à} \quad -30^{0} \quad \text{et} \quad +100^{\circ}.$$

La chaleur de combinaison des deux gaz, à pression constante, croît entre ces deux températures;

» $U = V$ vers 200 degrés : la chaleur de combinaison est constante vers 200 degrés.

» Au-dessus de 200 degrés, peut-être irait-elle en diminuant. Cet ac-

croissement, comme cette diminution, sont d'ailleurs très-faibles; car la chaleur dégagée dans la réaction étant $+69000$ calories et la chaleur spécifique moyenne du gaz carbonique entre zéro et 200 degrés étant $+9,5$, l'accroissement de la chaleur de combinaison, dans cet intervalle,

$$U = V = (100,3 - 9,5)\,200 = 0,8 \times 200 = 160.$$

» 8. *Dissociation.* — Jusqu'ici nous sommes restés dans la limite des faits observés; mais, si l'on fait prendre quelque idée de la dissociation, il est nécessaire d'aller plus loin. Supposons, par exemple, que la chaleur spécifique de l'acide carbonique continue à croître avec la température, suivant la même loi que de -30 à $+200$ degrés; à la température $T + 200$, elle deviendra à peu près $10,5 + 1,1\frac{T}{100}$. La chaleur absorbée par le gaz carbonique entre 200 degrés et T sera $10,5\,T + 1,1\frac{T^2}{200}$. La diminution de la chaleur de combinaison, à partir de 200 degrés,

$$U - V = 10,3\,T - 10,5\,T - 1,1\frac{T^2}{200} = -\frac{1.1}{200}T^2, \text{ très-sensiblement.}$$

» Si l'on admet que la réaction $C^2O^2 + O^2 = C^2O^4$ dégage $+69000$ calories à 200 degrés, ce qui représente à peu près la moyenne des nombres obtenus par expérience, on peut maintenant calculer à quelle température ce nombre deviendra nul :

$$T = \sqrt{\frac{69000 \times 200}{1.1}} = 3700^{\circ} \text{ environ}; \quad 200 + T = 3900^{\circ}.$$

» A cette température de 3900 degrés, l'oxyde de carbone et l'oxygène ne dégageront plus de chaleur; au-dessus, leur union en absorberait. On peut admettre que telle serait la limite à laquelle l'acide carbonique est complétement décomposé sous la pression ordinaire. Cette limite est d'ailleurs dans l'ordre de grandeur que les observations de M. H. Sainte-Claire Deville auraient permis de prévoir.

» L'acide carbonique posséderait donc, à partir de 200 degrés et au-dessus, une chaleur spécifique sous pression constante supérieure à celle de ses composants gazeux, de même que les proto-chlorures de phosphore et d'arsenic au-dessous de 200 degrés. Comme il ne paraît offrir ni à cette température, ni bien au delà, aucun indice de dissociation, pas plus que les chlorures phosphoreux et arsénieux, dans la condition où leur chaleur

spécifique a été mesurée réellement, on serait conduit à admettre que l'excès des chaleurs spécifiques représente tout d'abord une sorte de transformation du gaz, laquelle en précède la décomposition. Cependant, à partir d'une température voisine du rouge, la décomposition réelle commence, et l'expression théorique donnée plus haut pour la chaleur spécifique se compose alors en réalité de trois termes, dont l'un exprime la chaleur spécifique du gaz carbonique non décomposé, l'autre celle de ses composants, oxyde de carbone et oxygène; le dernier enfin représente la chaleur absorbée, par suite de l'accroissement produit dans la décomposition sous l'influence de chaque élévation nouvelle de température.

» J'ai cru utile de développer ces calculs, malgré les hypothèses qu'ils renferment, parce qu'il importe au progrès de la science que toute conjecture suffisamment vraisemblable soit poussée jusqu'à ses dernières conséquences; il convient seulement de présenter celles-ci avec réserve et en les distinguant avec soin des vérités démontrées.

II. — État liquide.

» 1. Soient tous les composants et composés liquides, dans une réaction; la chaleur dégagée demeure constante, croît ou diminue suivant que l'on a $U = V$, $U \gtrless U$, c'est-à-dire $\Sigma c = \Sigma c_1$ ou $\Sigma c \gtrless \Sigma c_1$. Le premier cas se présente quelquefois, comme dans la formation du deuxième hydrate sulfurique : $SO^4H + HO = SO^4H, HO$; ou bien encore lorsqu'on dissout le brome ou l'iode liquide dans le sulfure de carbone (d'après M. Marignac); mais souvent la chaleur spécifique atomique d'un composé liquide diffère de celle de ses composants, comme l'ont montré les expériences de MM. Bussy et Buignet. J'ai développé, il y a quelques années, les conséquences de cette inégalité, ainsi que le signe et la grandeur des variations dans la chaleur dégagée (*Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 99).

» 2. En général, l'état liquide est moins favorable qu'aucun autre à la comparaison des quantités de chaleur dégagées dans les réactions, parce que les chaleurs spécifiques des liquides varient avec la température beaucoup plus vite que celles des gaz et des solides, et cela suivant des lois propres à chaque liquide. Soit, par exemple, la formation théorique de l'alcool par la combinaison de l'éther et de l'eau :

$$C^8H^{10}O^2 + H^2O^2 = 2C^4H^6O^2;$$

tous les composants étant supposés liquides, U — V sera (1)

Au voisinage de........ $-20^\circ = t$; $(38,3 + 18 - 46,4 = +9,9)T$
Au voisinage de........ $0^\circ = t$; $(39,1 + 18 - 50,3 = +6,8)T$
Au voisinage de........ $+40^\circ = t$; $(40,9 + 18,1 - 54,8 = +4,2)T$
Au voisinage de........ $+130^\circ = t$; $(58,8 + 18,4 - 79,6 = -1,4)T$

» La chaleur dégagée dans la réaction va donc d'abord en croissant; mais l'accroissement est d'autant moindre que la température est plus élevée : il devient nul entre 110 et 120 degrés; puis la chaleur dégagée diminue, à mesure que la température initiale est plus élevée.

» 3. L'état liquide lui-même cesse d'ailleurs d'être réalisable, même sous de très-fortes pressions, au-dessus d'une certaine température, à laquelle le liquide se change en vapeur dans un espace à peine supérieur à son propre volume. Au-dessous d'une autre température, tout liquide doit également devenir solide. Ce double changement ne permet pas de suivre indéfiniment pour l'état liquide les conséquences des formules relatives à la chaleur de combinaison, soit dans un sens, soit dans l'autre, comme on peut le faire, au contraire, pour l'état gazeux et pour l'état solide.

III. — État solide.

» 1. J'ai proposé, il y a quelque temps, de rapporter à cet état les chaleurs dégagées dans les actions chimiques (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 24); il se prête mieux aux discussions théoriques, à cause de la multitude des corps qui le possèdent et en raison de la simplicité des relations des chaleurs spécifiques.

» En effet la chaleur spécifique atomique d'un composé solide est à peu près la somme de celle de ses éléments solides, d'après une relation signalée par M. Wœstyn et dont M. Kopp a achevé la démonstration; en outre elle ne varie d'ordinaire que très-lentement avec la température. Dans l'état solide, on a donc presque toujours et très-approximativement $U = V$; c'est-à-dire que la chaleur dégagée dans les actions chimiques, pourvu qu'elle soit un peu considérable, est à peu près indépendante de la température. Précisons ses variations, par quelques exemples, pour un intervalle T.

(1) J'ai employé dans ces calculs les chaleurs spécifiques trouvées par MM. Regnault et Hirn, pour l'eau, l'éther et l'alcool; je rappellerai que la chaleur spécifique ordinaire de l'alcool varie de 0,50 à 1,11, entre — 30 et + 160°, c'est-à-dire du simple au double, toujours dans l'état liquide.

» 2. *Composés binaires.*

Ag + S = AgS.	$\Sigma c = 6{,}4 + 3{,}2 = 9{,}6$;	$c_1 = 9{,}3$:	U − V = + 0,3T	Pb + S = PbS;	U − V = 0,3T
Ag + I = AgI.	$6{,}4 + 6{,}8 = 13{,}2$;	14,4	− 1,2T	Pb + I = PbI;	0,2T
Ag + Br(sol.) = AgBr.	$6{,}4 + 6{,}7 = 13{,}1$;	13,8	− 0,7T	Pb + Br = PbBr;	0,2T

» 3. *Doubles décompositions salines* (état solide).

$SO^4K + BaCl = SO^4Ba + KCl$: U − V = (16,6 + 9,3) − (13,1 + 12,9) = − 0,1T
$SO^4Na + SrCl = SO^4Sr + NaCl$: U − V = (16,5 + 9,5) − (13,1 + 12,5) = + 0,4T
$SO^4Am + CaCl = SO^4Ca + AmCl$: U − V = (23,1 + 9,2) − (12,7 + 20,0) = − 0,4T
$KCl + AzO^6Ag = AzO^6K + AgCl$: U − V = + 3,1T
$SO^4K + AzO^6Pb = AzO^6K + SO^4Pb$: U − V = + 0,6T
$NaI + AzO^6Pb = AzO^6Na + PbI$: U − V = − 2,3T
$CO^3K + AzO^6Ba = CO^3Ba + AzO^6K$: U − V = + 2,9T
$CO^3Na + AzO^6Ba = CO^3Ba + AzO^6Na$: U − V = − 0,2T
$CO^3Na + SrCl = CO^3Sr + NaCl$: U − V = + 0,8T

» 4. *Hydrates salins.* — Leur chaleur spécifique atomique est sensiblement la somme de celles du sel anhydre et de l'eau solide, d'après une relation signalée par Person, mais qui est une conséquence de la loi générale des chaleurs spécifiques solides.

$SO^4Ca + H^2O^2 = SO^4Ca, H^2O^2$: U − V = (12,7 + 9) − 23,6 = − 1,9T
$CaCl + 3H^2O^2 = CaCl, 3H^2O^2$: U − V = (9,2 + 27) − 37,7 = − 1,5T
$SO^4Mg + 7HO = SO^4Mg, 7HO$: U − V = (13,4 + 31,5) − 47,1 = − 2,2T

» 5. Ces exemples, fort nombreux et choisis tout à fait au hasard, montrent jusqu'à quel point il est permis d'admettre que la chaleur des réactions, rapportée à l'état solide, est constante. Les variations dues à l'influence de la température initiale sont très-petites dans tous les cas, et même le plus souvent comprises dans la limite des erreurs expérimentales. »

VITICULTURE. — *Observations sur la Communication relative au Phylloxera faite par M.* Lichtenstein *dans la séance du* 8 *juin.* Note de M. **Blanchard.**

« J'apprends avec un extrême intérêt qu'on s'occupe d'expériences du genre de celles que signale M. Lichtenstein. Depuis longtemps je croyais à la possibilité d'arrêter les progrès du Phylloxera et peut-être de le détruire par l'emploi de moyens mécaniques. Néanmoins, comme je me propose de visiter cette année les régions atteintes du fléau, je n'avais pas voulu entretenir l'Académie de mes idées avant d'apporter quelques résultats d'expériences. Dans un écrit publié le 1er novembre 1873, l'attention avait

été appelée sur des pratiques qu'on supposait très-capables de gêner considérablement la propagation du Phylloxera. Il s'agissait de tasser la terre et de faire des cordons de sable qui, suivant toute probabilité, opposeraient à l'insecte des barrières infranchissables. Ce n'était qu'une indication, mais elle était suggérée par des notions très-certaines sur les circonstances favorables ou défavorables à l'existence des espèces qui vivent sur les racines.

» Dans le nord de la France nous avons, en effet, constaté, il y a plusieurs années, que des larves nuisibles aux betteraves (1), se développant avec toute facilité dans les terres meubles, ne pouvaient vivre nulle part où le sol était fortement tassé. Nous savions, d'un autre côté, que les poudres insecticides tuent non point par une action chimique, mais par une action mécanique; une poudre très-fine et un peu adhérente obstrue plus ou moins les orifices respiratoires. A ces données s'ajoutaient les renseignements fournis par M. Duclaux, nous montrant la vigne fort inégalement attaquée, selon que le terrain est argileux ou sablonneux. En ce moment, je ne puis donc qu'applaudir à la poursuite des expériences dont M. Lichtenstein vient de rendre compte. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'électrolyse des carbonates et des bicarbonates alcalins*; par MM. P.-A. Favre et F. Roche.

« Nous avons pensé que l'emploi des méthodes thermiques dans l'étude des carbonates et des bicarbonates alcalins pouvait contribuer à éclairer leur constitution.

» Nos premières recherches ont porté sur le carbonate neutre et le bicarbonate de sodium que nous avons soumis l'un et l'autre à l'électrolyse.

» Une première série d'expériences nous a fait connaître le mode de décomposition de ces sels.

» Une seconde série d'expériences nous a fait connaître les quantités de chaleur mises en jeu pendant la séparation des éléments constituants (métalloïde et métal) de ces sels, sous l'influence du courant, et pendant les transformations que ces éléments constituants subissent immédiatement après leur mise en liberté.

» *Mode de décomposition des sels.* — Les dissolutions suffisamment étendues des carbonates étaient introduites dans un voltamètre cloisonné,

(1) La *Noctua segetum*.

disposé de telle sorte qu'on pouvait recueillir la totalité des gaz dégagés sur l'électrode positive. La dissolution de bicarbonate de sodium avait été préalablement saturée d'acide carbonique, afin qu'aucune trace de ce gaz, qui prend naissance dans le phénomène *méta-électrolytique* (c'est-à-dire suivant immédiatement le phénomène électrolytique proprement dit), ne pût être retenue par le liquide. Les gaz ont été recueillis sur le mercure, puis analysés.

» Le voltamètre était actionné par un élément de Bunsen accouplé à un élément de Smée. D'après la quantité d'hydrogène dégagé, on pouvait connaître la quantité correspondante de sel décomposé dans le voltamètre. L'action des couples était ralentie à l'aide d'un thermorhéostat introduit dans le circuit.

» Voici les résultats obtenus :

	Hydrogène dégagé dans le couple de Smée.	Gaz dégagés dans le voltamètre.		
		Hydrogène.	Oxygène.	Acide carbonique.
Électrolyse du carbonate neutre....	100	100	47,27	0,00
Électrolyse du bicarbonate........	100	100	48,92	194,75

» Dans l'électrolyse du carbonate neutre, $C^2Na^2O^6$ se dédouble, d'abord en $C^2NaO^6 + Na$; puis le sodium Na décompose l'eau avec dégagement d'hydrogène et passe à l'état de soude NaO (phénomène *synélectrolytique*); quant au résidu C^2NaO^6, on peut admettre: 1° ou bien qu'il décompose l'eau avec dégagement d'oxygène (à la façon des radicaux métalloïdiques SO^4 et AzO^6, des composés acides SO^4H et AzO^6H soumis à l'électrolyse) pour reproduire, à l'état de bicarbonate $C^2{}^{Na}_{H}O^6$, le type, détruit par l'action du courant (phénomène *synélectrolytique*); 2° ou bien que C^2NaO^6 se décompose en $C^2NaO^5 + O$ et C^2NaO^5, agissant sur l'eau (à la façon du composé bien connu SO^3, qui proviendrait de la décomposition de SO^4 en $SO^3 + O$), donne naissance à du bicarbonate de sodium (phénomènes *méta-électrolytiques*).

» On pourrait encore, en partant de la constitution des carbonates, telle qu'on l'admettait anciennement, concevoir que, dans l'électrolyse du carbonate de sodium CO^3Na, celui-ci se dédouble en $Na + CO^3$, le radical métalloïdique ainsi produit se dédoublant, à son tour, en O qui se dégage et en CO^2 qui fait passer à l'état de bicarbonate le carbonate neutre de la dissolution.

» Quant à la soude qui provient de l'oxydation du sodium dans le com-

partiment négatif du voltamètre, elle y reste sans produire de phénomène thermique bien sensible en présence du carbonate neutre ; en effet, d'une part, un premier équivalent d'acide carbonique gazeux, réagissant sur deux équivalents de soude, en dissolution étendue, a donné 13014 calories. D'autre part, un second équivalent d'acide carbonique, également gazeux, complétant l'action du premier équivalent employé, a donné 12940 calories, nombre qui se confond, presque, avec 13014 précédemment trouvé.

» Dans l'électrolyse du bicarbonate $C^2 {}^{Na}_{H} O^6$, celui-ci se dédouble nécessairement en $Na + C^2HO^6$; comme dans l'électrolyse du carbonate neutre, Na décompose l'eau et passe à l'état de NaO (phénomène *synélectrolytique*), tandis que le composé C^2HO^6 se décompose spontanément en $2CO^2 + HO + O$; ce dernier se dégage, ainsi que les 2 équivalents d'acide carbonique, lesquels ne peuvent pas être retenus par une liqueur qui en est déjà saturée.

» Si l'on tient compte du dégagement d'acide carbonique qui se produit à l'électrode positive du voltamètre, dans la décomposition du bicarbonate par le courant, il est si vrai que le dédoublement de ce sel en $Na + C^2HO^6$ et non en $H + C^2NaO^6$ peut seul se produire, qu'il ne se dégagerait pas d'acide carbonique à l'électrode positive, si l'on avait affaire au second mode de dédoublement. En effet, si H, jouant le rôle de métal dans le bicarbonate $C^2 {}^{Na}_{H} O^6$, se portait à l'électrode négative, ce ne serait plus C^2HO^6, mais bien C^2NaO^6 qui se porterait à l'électrode positive ; et alors, quelle que soit la réaction secondaire qu'on veuille admettre, il ne se dégagerait, à cette électrode, qu'un seul équivalent d'oxygène. En effet, les 2 équivalents d'acide carbonique seraient nécessairement retenus dans le bicarbonate de sodium qui se reconstituerait.

» Il est encore si vrai que c'est le sodium et non l'hydrogène qui se porte à l'électrode négative que, si l'on s'oppose à l'oxydation immédiate du métal précité (oxydation qui se produit au profit du courant), en remplaçant l'électrode de platine par une électrode de mercure (avec lequel le sodium mis en liberté peut s'amalgamer pour ne s'oxyder ensuite que lentement et sans profit pour le courant), on constate alors que la pile de cinq couples de Smée, ordinairement employée, devient insuffisante pour l'électrolyse de ce bicarbonate. L'amalgamation du métal à l'électrode positive est mise en évidence, lorsqu'on soumet à l'action du courant, non plus le bicarbonate de sodium, mais bien le bicarbonate d'ammonium. En effet, dans ces conditions, et en employant une pile de dix couples de Smée,

l'amalgamation de l'ammonium s'annonce nettement par une augmentation considérable du volume du mercure qui constitue l'électrode négative.

» Ce fait, ainsi mis en lumière, a une signification qu'il importe de faire ressortir. En effet, on aurait pu croire que l'hydrogène seul du bicarbonate aurait été mis en liberté (par un courant d'une action ralentie par un thermorhéostat) de préférence au sodium qui entre dans sa constitution. C'est là ce qui se produit dans une dissolution qui renferme à la fois de l'acide sulfurique et du sulfate de zinc, par exemple (1). L'hydrogène des bicarbonates ne peut donc pas être considéré comme de l'hydrogène basique, bien qu'il puisse être remplacé par un métal alcalin pour constituer les carbonates neutres.

» Quant à la soude, qui provient de l'oxydation du sodium dans le compartiment négatif du voltamètre, elle se substitue à l'eau du bicarbonate. La réaction thermique est exprimée par 9548 calories. Ce nombre représente la différence entre 12940 calories dégagées par la carbonatation de la soude formant le carbonate neutre, et 3392 calories dégagées par la transformation du carbonate neutre en bicarbonate.

» *Chaleur mise en jeu pendant la décomposition des sels.* — Voici la moyenne des résultats fournis par les expériences :

I. Cinq couples et le thermorhéostat sont placés dans le calorimètre. La résistance extérieure est nulle.

Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène dégagé.. 19543^{cal}

II. Cinq couples et le thermorhéostat sont placés dans le calorimètre. Le voltamètre qui renferme la dissolution saline est en dehors.

	Chaleur accusée par le calorimètre et correspondant à 1 équivalent d'hydrogène dégagé.	Chaleur empruntée à la pile et correspondant à 1 équivalent de sel décomposé dans le voltamètre.
Carbonate neutre	9373^{cal}	50630^{cal}
Bicarbonate	8733	53835

III. Le voltamètre est placé dans le calorimètre, la pile et le thermorhéostat sont en dehors.

	Chaleur restant confinée dans le voltamètre et correspondant à 1 équivalent de sel décomposé.
Carbonate neutre	6772^{cal}
Bicarbonate	10445

(1) Nous n'avons pas encore soumis à l'action du courant les dissolutions des bisulfates alcalins, plus comparables aux dissolutions des bicarbonates alcalins que les dissolutions de sulfate de zinc, avec excès d'acide sulfurique.

» L'interprétation de ces résultats semble offrir des difficultés sérieuses. Néanmoins, il est facile de s'en rendre compte, si l'on se rappelle ce que nous avons dit en commençant, sur les réactions complexes qui peuvent se produire dans l'électrolyse des sels étudiés. Le nombre thermique obtenu pour chacun de ces sels est effectivement la somme algébrique de plusieurs phénomènes thermiques, et il ne nous a pas encore été possible de faire la part qui revient à chacun de ces phénomènes.

» Montrons d'abord que les résultats thermiques, fournis par les expériences, s'accordent suffisamment avec les nombres donnés par le calcul; lorsque, partant de la constitution thermique des corps soumis à l'électrolyse, on ne tient compte que des produits définitifs de leurs transformations. Ainsi le voltamètre contenant le carbonate neutre de sodium sou-

mis à l'électrolyse emprunte à la pile	50630cal	54022cal
tandis que le bicarbonate de sodium, en se formant dans le compartiment positif du voltamètre, a dégagé	3392	

» Si de ce nombre 54022 calories on soustrait la chaleur de formation du carbonate neutre de so-

dium (1) détruit dans le voltamètre	12940cal	47402cal
et de plus la chaleur que dégagerait, en se combinant, les éléments de l'eau devenus libres dans le voltamètre	34462	
on obtient pour différence.		6620cal

» Ce dernier nombre se rapproche beaucoup de 6772 calories, nombre fourni par l'électrolyse du carbonate neutre de sodium.

» De même aussi le voltamètre contenant le bicarbonate de sodium,

soumis à l'électrolyse, a emprunté à la pile	53835cal	63383cal
tandis que le carbonate neutre, en se formant dans le compartiment négatif du voltamètre, aux dépens du bicarbonate, a dégagé	9548	

» Si de ce nombre 63383 calories on soustrait la chaleur de formation du bicarbonate de sodium

détruit dans le voltamètre, ...	16332cal	50794cal
augmentée de la chaleur que dégageraient, en se combinant, les éléments de l'eau mis en liberté dans le voltamètre, ...	34462	
la différence.		12589cal

(1) Il est inutile de faire intervenir la chaleur de formation de l'oxyde de sodium en

24 page 1682

LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS,
QUAI DES AUGUSTINS, 55, A PARIS.

PROBLÈMES PLAISANTS ET DÉLECTABLES QUI SE FONT PAR LES NOMBRES,

PAR CLAUDE-GASPAR BACHET,
SIEUR DE MÉZIRIAC.

TROISIÈME ÉDITION,
REVUE, SIMPLIFIÉE ET AUGMENTÉE
PAR A. LABOSNE,
PROFESSEUR DE MATHÉMATIQUES.

Petit in-8, caractères elzévirs, titre en deux couleurs, papier vergé, couverture parchemin; 1874. (*Tiré à petit nombre.*) — PRIX : 6 FRANCS.

Claude-Gaspar BACHET, sieur de MÉZIRIAC, a publié en 1612, et réimprimé en 1624, un volume, aujourd'hui extrêmement rare, sous le titre de *Problèmes plaisants et délectables*. Ces problèmes se rattachent à l'Arithmétique, à l'Algèbre et à la Théorie des nombres; seulement ils n'ont point une forme abstraite : ils présentent au lecteur, sous forme concrète, une série de difficultés arithmétiques. M. Labosne, professeur de Mathématiques, a eu l'idée de les réimprimer, et il vient d'en donner une charmante édition, dont la beauté typographique est bien en rapport avec la rareté et l'originalité de l'Ouvrage. On lira avec plaisir quelques lignes de la préface de Bachet, où il cherche à expliquer l'objet qu'il s'est proposé :

« Je ne crois pas que ceux qui auront pénétré dans ce Livre plus avant que l'écorce le jugent d'aussi peu de valeur que feront ceux-là qui n'en auront lu que le titre; car encore que ce ne soient que des jeux, dont le but principal est de donner une honnête récréation et d'entretenir avec leur gentillesse une compagnie, si est-ce qu'il faut bien de la subtilité d'esprit pour les pratiquer parfaitement, et faut être plus que médiocrement expert en la science

des nombres pour bien entendre les démonstrations et pour se savoir aider de plusieurs belles inventions que j'ai ajoutées. Finalement, pour prouver encore que ce livre n'est point du tout inutile, et que la connaissance de ces problèmes peut servir grandement en quelque occasion, je ne veux employer que le témoignage d'Hégésippus, au troisième livre de la *Prise de Jérusalem.* Là, il rapporte la mémorable histoire de Josèphe, ce fameux auteur qui nous a laissé par écrit la même guerre des Juifs, lequel était gouverneur dans la ville de Iotapata lorsqu'elle fut assiégée et peu après emportée d'assaut par Vespasien. Il fut contraint de se retirer dans une citerne, suivi d'une troupe de soldats, pour éviter la première fureur des armes victorieuses des Romains; mais il courut plus de fortune de perdre la vie parmi les siens que parmi les ennemis; car, comme il eut arrêté de s'aller rendre à la merci du vainqueur, ne pouvant imaginer aucun autre moyen de se garantir de la mort, il trouva ses soldats saisis d'une telle frénésie, qu'ils voulaient tous mourir et s'entre-tuer les uns les autres plutôt que de prendre ce parti. Josèphe s'efforça de les détourner d'une si malheureuse entreprise, mais ce fut en vain; car, rejetant tout ce qu'il put leur alléguer au contraire, et persistant dans leur opinion, ils en vinrent jusque-là que de le menacer, s'il ne s'y portait volontairement, de l'y contraindre par force, et de commencer par lui-même l'exécution de leur tragique dessein. Alors sans doute c'était fait de sa vie s'il n'eût eu l'esprit de se défaire de ces hommes furieux par l'artifice de mon XXIII[e] problème. Car, feignant d'adhérer à leur volonté, il se conserva l'autorité qu'il avait sur eux, et par ce moyen leur persuada facilement que, pour éviter le désordre et la confusion qui pourraient survenir en tel acte, s'ils s'entre-tuaient à la foule, il valait mieux se ranger par ordre en quelque façon, et, commençant à compter par un bout, massacrer toujours le tantième (l'auteur n'exprime pas le quantième), jusqu'à ce qu'il n'en demeurât qu'un seul, lequel serait obligé de se tuer soi-même. Tous étant de cet accord, Josèphe les disposa de sorte, et choisit pour lui une si bonne place, que la tuerie étant continuée jusqu'à la fin, il se trouva seul en vie, ou peut-être encore qu'il sauva quelques-uns de ses plus chers affidés, et de ceux desquels il se pouvait promettre une entière et parfaite obéissance. Voilà une histoire bien remarquable, et qui nous apprend assez qu'on ne doit point mépriser ces petites subtilités qui aiguisent l'esprit, habilitent l'homme à de plus grandes choses, et apportent quelquefois une utilité non prévue.

» Reste que j'avertisse le lecteur que cette seconde édition est de beaucoup plus accomplie que la première; car, outre qu'elle est plus correcte, elle est augmentée de plusieurs problèmes.... »

Voici les énoncés de quelques-uns des problèmes résolus :

Deviner le nombre que quelqu'un aura pensé : le problème est traité de plusieurs manières, en posant des questions différentes à la personne qui a pensé un nombre; chaque fois la démonstration mathématique est donnée. On peut aisément forger des méthodes nouvelles pour résoudre ce problème. Six solutions sont indiquées pour un nombre pensé. On passe ensuite à plusieurs nombres pensés et devinés également à l'aide d'une série méthodique de questions.

Le problème VIII a pour titre : *Deviner un nombre que quelqu'un a en l'imagination, sans lui rien demander ;* il est difficile de l'expliquer ici sans chiffres ou sans symboles; on peut dire seulement qu'il n'y a point là de mystère, ni de divination : la personne qui pense le nombre doit faire mentalement certaines opérations qu'on lui indique. Celle qui veut deviner fait des opérations en quelque sorte parallèles, et la comparaison des deux résultats définitifs donne le nombre cherché.

Le problème résolu par Josèphe, à son grand profit, a pour formule : *Étant proposé quelque nombre d'unités distinguées entre elles, les disposer et ranger par ordre en telle sorte que, rejetant toujours la neuvième ou la dixième, ou la tantième que l'on voudra jusques à un certain nombre, les restantes soient celles que l'on voudra.* Josèphe avait quarante soldats avec lui, « partant, supposons qu'il ordonne que comptant de trois en trois on tuerait toujours le troisième, il est certain que, procédant de la sorte, tu trouveras que Josèphe se mit le trente-unième après celui par lequel on commençait à compter, au cas qu'il visât à demeurer en vie tout seul ; mais il voulait sauver un de ses compagnons, il le mit en la seizième place, et il en voulut sauver encore un autre, il le mit en la trente-cinquième place. »

Citons encore quelques-uns des problèmes : *Deux nombres étant proposés, l'un pair et l'autre impair, deviner de deux personnes lequel d'iceux chacune aura choisi. — Faire le même avec deux nombres pairs, dont l'un soit pairement pair* (c'est-à-dire un multiple pair de deux) *et l'autre pairement impair seulement* (c'est-à-dire un multiple impair de deux). — *Faire le même en deux nombres premiers entre eux. — Deviner plusieurs nombres pensés, pourvu que chacun d'iceux soit moindre que dix.*

» *Quelqu'un ayant pris entre ses deux mains certains nombres d'unités dont la proportion seulement soit connue, deviner après quelques changements combien il lui en reste en une main. — Plusieurs dés étant jetés, deviner la somme des points ajoutés ensemble d'une certaine façon. — Deviner combien il y a de points en une carte, regardant une fois seulement chacune des autres cartes.* (La solution est fondée sur ce que la somme de tous les points d'un jeu complet est un multiple de dix.) — *Deviner combien de points il y a en trois cartes. — De plusieurs cartes disposées en divers rangs, deviner la carte pensée. — De plusieurs nombres commençant par l'unité et disposés en rond, deviner lequel on aura pensé. — Disposer en trois rangs les 9 premières cartes, depuis l'as jusques au neuf, tellement que les points de chaque rang assemblés fassent toujours la même somme, tant en long qu'en large et en diamètre.*

M. Labosne entre au sujet de cette dernière question dans des développements importants et donne des procédés fort ingénieux pour généraliser le problème de Bachet. Il aborde la question dite des carrés magiques traitée par Euler dans les *Commentationes arithmeticæ*, ainsi que par plusieurs savants dans les anciens *Mémoires de l'Académie des Sciences*, et dans divers Ouvrages dont il fournit la liste.

La place nous manque pour donner, même en nous bornant aux énoncés, beaucoup d'autres problèmes dont quelques-uns ont une forme très-originale ; nous ne pouvons que recommander à l'attention du lecteur les problèmes curieux contenus dans la seconde Partie de l'Ouvrage, qui a pour titre : *S'ensuivent quelques autres petites subtilités des nombres qu'on propose ordinairement.* Enfin nous signalerons aux mathématiciens les problèmes bien choisis et les additions vraiment intéressantes du Supplément donné par M. Labosne, ainsi que les Notes finales dues à ce savant.

A. V.

(*Voir ci-contre le fac-simile d'une des pages de l'Ouvrage.*)



S'ENSUIVENT

QUELQUES AUTRES

PETITES SUBTILITÉS DES NOMBRES

QU'ON PROPOSE ORDINAIREMENT

I

Je demande un nombre qui étant divisé par 2 *il reste* 1, *étant divisé par* 3 *il reste* 1, *et semblablement étant divisé par* 4 *ou par* 5 *ou par* 6 *il reste toujours* 1, *mais étant divisé par* 7 *il ne reste rien.*

Cette question se propose ainsi ordinairement :

Une pauvre femme portant un panier d'œufs pour vendre au marché vient à être heurtée par un certain qui fait tomber le panier et casser tous les œufs, qui pourtant désirant de satisfaire à la pauvre femme s'enquiert du nombre de ses œufs ; elle répond qu'elle ne le sait pas certainement, mais qu'elle a bien souvenance que les ôtant 2 à 2 il en restait 1, et semblablement les ôtant 3 à 3, ou 4 à 4, ou 5 à 5, ou 6 à 6 il restait toujours 1, et les comptant 7 à 7 il ne restait rien. On demande comme de là on peut conjecturer le nombre des œufs.

Le plus petit commun multiple des nombres 2, 3, 4, 5, 6 étant 60, il s'agit de trouver un multiple de 7 qui surpasse de

ne s'écarte pas trop du nombre 10445 fourni par l'expérience dans l'électrolyse du bicarbonate de sodium, en ayant égard à tous les éléments que l'on a fait intervenir dans le calcul où les erreurs d'expériences ont pu s'ajouter.

» A l'égard des phénomènes thermiques qui accompagnent les réactions chimiques fournissant les composés trouvés après l'électrolyse :

» Il ne nous paraît pas possible d'admettre, pour le carbonate neutre et pour le bicarbonate de sodium, que les choses puissent se passer comme pour le sulfate de sodium, par exemple, c'est-à-dire que le radical métalloïdique de ces sels puisse décomposer l'eau avec dégagement d'oxygène, $C^2NaO^6 + HO$ donnant $C^2 \genfrac{}{}{0pt}{}{Na}{H} O^6 + O$ pour le carbonate neutre et $C^2HO^6 + HO$ donnant $C^2 \genfrac{}{}{0pt}{}{H}{H} O^6 + O$ pour le bicarbonate.

» En effet, si, comme je l'ai admis pour les sulfates, etc., la chaleur mise en jeu est transmissible au circuit, l'emprunt de chaleur fait à la pile ne serait que de 48500 calories environ. Or il a été de 50630 calories pour le carbonate neutre, et de 53835 pour le bicarbonate (1). De plus, la quantité de chaleur restant confinée dans le voltamètre aurait été de 14000 calories environ pour le carbonate neutre, c'est-à-dire la quantité de chaleur afférente à la modification allotropique de l'hydrogène et de l'oxygène mis en liberté dans le voltamètre. En réalité elle a été de 6772 calories seulement.

» Il est donc probable que, pour l'un et l'autre carbonate (après le dédoublement électrolytique des sels en métalloïde et métal, c'est-à-dire en $C^2NaO^6 + Na$ pour le carbonate neutre et en $C^2HO^6 + Na$ pour le bicarbonate), les métalloïdes ainsi mis en liberté se décomposent immédiatement en donnant naissance : le premier à $2CO^2 + NaO + O$ (2) et le second à $2CO^2 + HO + O$. L'oxygène dégagé ne provient donc plus, dans

---

dissolution étendue, puisque le sodium mis en liberté dans l'électrolyse restitue à la pile, en se réoxydant, la chaleur qu'il lui a empruntée.

(1) En outre, il est difficile d'admettre que le groupe C^2HO^6 puisse réagir sur l'eau et la décomposer avec production d'oxygène et du groupe $C^2 \genfrac{}{}{0pt}{}{H}{H} O^6$, ce dernier groupe se décomposant ensuite, immédiatement après sa formation, en $2CO^2 + 2HO$, sans qu'il soit intervenu aucune affinité spéciale qui ait provoqué ce dédoublement.

(2) Dans l'électrolyse du carbonate neutre, $2CO^2$ étant retenus par NaO, il ne peut se dégager que de l'oxygène dans le voltamètre.

l'un et l'autre cas, de l'eau décomposée par le radical métalloïdique, mais bien de ce radical lui-même. En outre, puisque toute décomposition spontanée constitue un phénomène dit *explosif*, c'est-à-dire accompagné d'un dégagement de chaleur, et puisque la quantité de chaleur restant confinée dans le voltamètre est inférieure aux 14000 calories, environ, afférentes au changement d'état allotropique de l'hydrogène et de l'oxygène dans le voltamètre, il faut bien admettre qu'une fraction de la quantité de chaleur, nécessaire à la décomposition du radical métalloïdique, est empruntée au phénomène thermique même qui accompagne la transformation de l'oxygène mis en liberté; sinon il faudrait admettre que cet oxygène se trouve à l'état ordinaire dans le composé qu'il abandonne et emprunte au voltamètre une quantité notable de chaleur pour passer à l'état gazeux.

» Aux causes de refroidissement du voltamètre, dans l'électrolyse du bicarbonate, il faut ajouter aussi le passage à l'état gazeux de 2 équivalents d'acide carbonique qui deviennent libres et qui, en partant du nombre donné par M. Berthelot, emprunteraient au voltamètre 5600 calories environ.

» On voit que le dégagement de chaleur qui accompagne nécessairement la décomposition spontanée des radicaux métalloïdiques, mis en liberté dans l'électrolyse des carbonates et des bicarbonates de sodium, ne s'affirme pas aussi nettement que dans la décomposition du radical métalloïdique de l'acide oxalique (par exemple), radical mis en liberté dans l'électrolyse de cet acide. En effet, cet acide, après avoir emprunté à la pile 38500 calories environ pour se dédoubler en $H + C^2O^4$, dégage 31500 calories environ, dans le dédoublement du radical C^2O^4 en $2CO^2$. Ce nombre est bien supérieur à 14000 calories, sans qu'on puisse attribuer une fraction de cette quantité de chaleur à la transformation allotropique de l'oxygène, ce corps ne se produisant pas dans la réaction précitée, malgré le passage à l'état gazeux des 2 équivalents d'acide carbonique qui prennent naissance. »

M. **P.-A. Favre**, Correspondant de l'Académie, adresse un Mémoire sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques et exprime le désir que son travail soit examiné par une Commission.

MM. Dumas, H. Sainte-Claire Deville et Berthelot examineront le travail de M. Favre.

M. **P. Gervais** fait hommage à l'Académie d'une Notice consacrée à

l'examen de la dentition et du squelette de l'*Euplère de Goudot*, qu'il vient de publier.

M. le général **Morin**, en faisant hommage à l'Académie d'un exemplaire de sa Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les Romains pour les thermes à air chaud (extrait du tome VIII des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*), donne lecture des passages suivants :

« Le principe du mode de chauffage du sous-sol des bains publics, des thermes à air chaud et même des habitations privées, mis en usage par les Romains, me paraît le plus convenable pour certains édifices publics, tels que les grandes salles des chemins de fer couvertes de toitures vitrées, et en particulier pour les églises, dont la capacité et l'élévation intérieure rendent les dispositions ordinaires peu efficaces, et, en même temps, dispendieuses . . . .

» Il résulte de ce qui précède que, à l'appareil de chauffage proprement dit, les Romains avaient aussi réuni, pour ces thermes à air chaud, un moyen simple et efficace de renouveler l'air, condition indispensable, d'ailleurs, pour ces sortes d'étuves.

» Les dispositions qu'ils avaient adoptées étaient une conséquence des moyens et de la nature du combustible dont ils disposaient, et ont cela de remarquable qu'elles sont parfaitement conformes à l'ensemble des principes d'une science qui n'existait pas de leur temps, mais dont l'observation les avait conduits à reconnaître les règles fondamentales, ainsi qu'ils l'avaient fait pour l'aménagement et la distribution des eaux.

» Tant il est vrai que, dans les sociétés humaines, ce qui est de première nécessité ou d'utilité journalière a été dès longtemps découvert, exécuté et amené souvent à un degré remarquable de perfection, à l'aide de ce seul sentiment intuitif qui a de tout temps conduit certains hommes heureusement doués à la découverte de la vérité, sans le secours de ce qu'on appelle la Science, laquelle n'intervient ensuite souvent que pour coordonner, comparer, discuter les faits acquis et en déduire la doctrine et les règles qu'il convient de suivre pour les circonstances que la pratique n'avait pas abordées. Ne soyons pas trop orgueilleux de ce que nous appelons les progrès de la Science. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Associé étranger, en remplacement de feu M. *Agassiz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. de Candolle obtient	33	suffrages.
M. de Baer	13	»

Il y a un bulletin blanc.

M. de Candolle, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres, qui sera chargée de la révision des comptes de l'Académie pour l'année 1873.

MM. Mathieu et Brongniart réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes d'induction statique produits au moyen de la bobine de Ruhmkorff.* Note de M. E. Bichat, présentée par M. Jamin.

(Commissaires : MM. Becquerel, Jamin.)

« L'appareil le plus propre à transformer l'électricité dynamique en électricité statique est, sans contredit, la bobine de Ruhmkorff; réciproquement, cette même bobine doit être l'appareil le plus convenable pour la transformation inverse de l'électricité statique en électricité dynamique. Si l'on fait passer, en effet, une série d'étincelles d'électricité statique, produites par une machine de Holtz, dans le fil fin de la bobine, on recueille dans le gros fil des courants induits qui se font remarquer parmi tous les autres courants d'induction que l'on ait produits avec l'électricité statique, par l'extrême facilité avec laquelle ils décomposent l'eau et les sels. Théoriquement, on devait s'attendre à recueillir deux courants induits égaux en quantité, et par suite, à constater la présence de volumes égaux de mélange détonant aux deux électrodes du voltamètre. Or il n'en est rien : toujours, l'expérience étant faite avec le plus grand modèle des bobines d'induction construites par M. Ruhmkorff, on reconnaît qu'il se dégage d'un côté de l'hydrogène et, de l'autre, de l'oxygène presque purs. Si, au lieu de décomposer de l'eau, on décompose du sulfate de cuivre, à l'une des électrodes seulement on constate la présence du cuivre, et toujours le sens dans lequel se fait cette décomposition indique un courant induit inverse. Il semble donc, d'après cette expérience, que l'on a un courant unique, ce qui est en contradiction avec les faits connus de l'induction : c'est cette contradiction apparente que j'ai cherché à faire disparaître.

» Il était naturel de se demander d'abord quelle pouvait être sur la production du phénomène l'influence du faisceau de fils de fer, qui, dans les bobines de Ruhmkorff, contribue d'une manière si puissante à la transformation de l'électricité dynamique en électricité statique. Pour pouvoir faire cette étude, je me suis procuré une petite bobine dans laquelle le fer doux n'avait pas encore été fixé. On la fit d'abord fonctionner vide, puis on y introduisit successivement soit un barreau, soit un faisceau de fils de fer doux. Voici en résumé ce que l'on observe :

» Quand la bobine est vide, le courant est toujours faible, mais parfaitement appréciable, et il est inverse quand on introduit un barreau de fer; la déviation qui correspond à un courant inverse est beaucoup augmentée, et elle devient extrêmement considérable si l'on remplace le barreau par un faisceau de fils de fer.

» On remarque, en outre, que le dégagement de gaz qui se produit sur les fils de platine du voltamètre, extrêmement faible et insignifiant quand la bobine est vide, devient au contraire parfaitement appréciable après l'introduction du fer doux ; de telle sorte que le dégagement gazeux, dans l'expérience faite avec la grande bobine, doit être attribué presque en totalité à l'influence du fer doux.

» Si l'on prend soin d'examiner attentivement les conditions de l'expérience, il est facile maintenant d'expliquer ces phénomènes en apparence si bizarres. Prenons d'abord les expériences sur la polarisation des électrodes, et supposons la bobine vide. Il faut remarquer tout d'abord que le courant de la machine de Holtz est obligé de traverser un circuit très-long et d'un diamètre très-faible, qui constitue une résistance considérable. Les deux électricités positive et négative s'accumulent peu à peu sur les boules de l'excitateur placé sur le trajet, puis, lorsque la tension est suffisante, l'étincelle éclate. On peut exprimer plus simplement ce fait en disant que l'étincelle commence lentement et finit au contraire brusquement. Il en résulte deux courants induits, égaux en quantité, mais fort inégaux en tension. La tension du courant direct, qui correspond à la rupture, est énorme vis-à-vis celle du courant inverse provenant de l'établissement lent de l'étincelle constituant le courant inducteur. Le courant inverse qui se produit le premier arrive au voltamètre et là décompose l'eau. Cette décomposition, qui se produit lentement, a pour résultat le dépôt, sur les fils de platine, d'une très-grande quantité de bulles gazeuses microscopiques, qui ne se dégagent pas et qui, par suite, sont éminemment propres à la production des courants de polarisation.

» Le courant direct qui arrive ensuite décompose également l'eau ; mais, comme il dure très-peu, il en résulte que cette décomposition se fait rapidement, brutalement pour ainsi dire. Les bulles de gaz qui en proviennent sont plus grosses, moins adhérentes aux fils de platine, et se dégagent immédiatement, ne pouvant, de cette façon, produire qu'une polarisation faible, complétement incapable de détruire celle qui a été produite par le courant inverse.

» A l'étincelle suivante, tout se passe identiquement de la même façon. La polarisation produite par le courant inverse l'emporte encore, et il en résulte que, lorsqu'on met les électrodes en communication avec le galvanomètre, l'aiguille indiquera par sa déviation un courant induit inverse.

» La production apparente d'un courant inverse unique tient donc à la différence de tension des deux courants induits. Si cela est vrai, on devra s'attendre à voir la déviation galvanométrique diminuer si, par un moyen quelconque, on parvient à diminuer la tension du courant direct : c'est ce que l'on peut faire au moyen de diaphragmes. Si l'on introduit en effet, dans la bobine vide, un tube de cuivre continu, la déviation galvanométrique diminue immédiatement. Elle reste, au contraire, ce qu'elle était avant l'interposition du diaphragme, si l'on remplace le tube continu par un autre tube fendu suivant l'une de ses arêtes.

» Supposons maintenant que l'on introduise un barreau de fer doux dans la bobine. Les phénomènes produits quand la bobine était vide se produiront encore; mais en même temps l'aimantation du fer doux donnera naissance à d'autres courants induits qui viendront s'ajouter aux premiers. Pour bien comprendre ce qui se passe, il faut se rappeler que, des deux courants induits direct et inverse, celui qui aimante le plus fortement est celui qui possède la plus forte tension, c'est-à-dire le courant direct. Nous pouvons dire alors que l'aimantation produite par la première étincelle est directe. D'autre part, on sait qu'il faut toujours un certain temps pour désaimanter un morceau de fer doux. Il en résulte que, les étincelles de la machine de Holtz se succédant avec rapidité, l'aimantation produite par la première étincelle ne sera pas encore complétement détruite quand l'étincelle suivante arrivera. Cette seconde étincelle va ajouter son effet à celui de la première et augmenter l'aimantation du fer doux : il en sera de même pour toutes les autres. Nous avons donc en réalité une aimantation directe qui augmente. Cette aimantation qui augmente produira un courant inverse, ce que l'expérience confirme.

» Quant à l'augmentation considérable des effets produits par le cou-

rant inverse lorsqu'on remplace le barreau par un faisceau de fils de fer doux, elle s'explique facilement si, dans les phénomènes d'induction statique, aussi bien que dans les phénomènes d'induction, l'interposition des diaphragmes a pour effet de diminuer la tension. La démonstration de ce fait est très-simple, et l'on conçoit très-bien comment j'ai pu en vérifier l'exactitude.

» En résumé, si, dans le gros fil d'une bobine de Ruhmkorff, on fait passer le courant d'une pile, successivement interrompu et rétabli, on recueille dans le fil fin deux courants induits de sens contraires, et, pour une certaine distance explosible, il *semble* qu'il n'y ait qu'un seul courant produit. Ce courant est *direct*, et les étincelles produites par ce courant ont tout à fait l'apparence d'étincelles d'électricité statique.

» Réciproquement, si dans le fil fin on fait passer une série d'étincelles d'électricité statique, on recueille dans le gros fil des courants tout à fait analogues à ceux fournis par la pile et, en étudiant ces courants au moyen d'un voltamètre, il *semble* qu'il n'y a qu'un seul courant, et ce courant est *inverse*.

» En renversant la machine, on renverse en même temps le sens du courant induit, qui seul est mis en évidence.

» Ces anomalies apparentes tiennent aux différences de tension des deux courants qui, en réalité, se produisent soit dans le gros fil, soit dans le fil fin de la bobine. »

PHYSIQUE. — *Sur le magnétisme*. Note de M. **J.-M. Gaugain** (1).

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Lorsqu'on détermine la distribution du magnétisme par la méthode des poids portés, on trouve que le frottement dirigé du talon aux pôles diminue l'aimantation dans le voisinage du talon et l'augmente dans le voisinage des pôles, tandis qu'un frottement dirigé en sens inverse produit des effets inverses. D'après cela, lorsqu'on se borne à considérer les phénomènes d'attraction, on peut, suivant les vues de M. Jamin, assimiler le magnétisme *à un tas de sable dont on peut changer la figure, bien que la masse en demeure invariable*, et dire que les frictions exercées au moyen d'une barre de fer doux *balayent* le magnétisme tantôt vers le talon et

(1) Voir les *Comptes rendus* des 13 janvier, 30 juin, 8 et 29 septembre, 10 novembre et 22 décembre 1873, 22 mars et 1er juin 1874.

tantôt vers les pôles; mais j'avoue que je ne vois pas comment cette conception s'appliquerait aux phénomènes d'induction signalés dans ma dernière Note.

» Lorsqu'on prend le courant de désaimantation comme mesure du magnétisme, on trouve, comme je l'ai dit, que les frictions dirigées des pôles au talon diminuent le magnétisme dans toute l'étendue du fer à cheval, tandis que des frictions dirigées en sens inverse l'augmentent partout; ce fait me paraît difficile à concilier avec la notion du magnétisme balayé. Quand on se place, au contraire, au point de vue que j'ai adopté, les phénomènes d'attraction se relient très-simplement aux phénomènes d'induction. En effet, d'après ce qui a été dit au n° 36 (Note du 30 juin 1873), l'attraction magnétique dépend, non de la hauteur de la courbe de désaimantation, mais de son inclinaison. Or, si l'on trace les deux courbes dont j'ai donné les coordonnées dans ma précédente Note, on peut constater que l'inclinaison de la courbe n° 2 est plus petite que celle de la courbe n° 1 dans le voisinage du talon, et que c'est dans le voisinage des pôles.

» 70. J'ai rattaché à la théorie d'Ampère la relation du n° 36 que je viens de rappeler tout à l'heure; mais il faut remarquer que cette relation a été établie par la voie de l'expérience et qu'elle subsiste indépendamment de toute idée théorique; elle permet, lorsqu'on a tracé la courbe de désaimantation, d'obtenir, au moyen d'une construction graphique très-simple, la courbe qui représente les phénomènes d'attraction, sans qu'il soit besoin de recourir à aucune détermination expérimentale nouvelle. Lorsqu'au contraire on commence par déterminer la courbe des forces attractives, on ne peut pas remonter à la courbe de désaimantation sans avoir recours à l'expérience; l'équation de cette dernière courbe étant $y=f(x)$, l'équation de la première est $y'=\frac{dy}{x}$ et, lorsqu'on veut remonter de celle-ci à celle-là par l'intégration, il devient indispensable de déterminer la valeur de la constante arbitraire : on peut arriver à trouver la forme de la courbe de désaimantation, mais sa position ne peut être obtenue sans une détermination expérimentale nouvelle. Ainsi la courbe de désaimantation d'un barreau donne une notion de ses propriétés magnétiques plus complète que celle qui est fournie par la courbe des forces attractives; c'est une des raisons qui m'ont décidé à me servir des courants d'induction pour mesurer le magnétisme. J'ajouterai que la méthode d'observation que j'ai adoptée me paraît beaucoup plus précise et plus sûre que celle des poids portés, qui a été plus généralement employée.

» 71. Je viens de dire que la relation du n° 36 est indépendante de la théorie d'Ampère; je crois devoir ajouter qu'il ne me paraît pas encore absolument démontré que cette théorie doive être définitivement abandonnée; M. Jamin la rejette (*Comptes rendus*, 4 mai 1874), parce qu'elle conduit à admettre le mouvement perpétuel, et que *le mouvement perpétuel, qui est considéré en Mécanique comme une impossibilité, ne peut être en Physique le point de départ de toute une théorie*. Assurément, ce qui est une erreur en Mécanique ne peut devenir en Physique une vérité; mais est-il bien vrai que le mouvement perpétuel soit considéré en Mécanique comme une impossibilité? Je ne voudrais pas m'aventurer sur le terrain de la Mécanique rationnelle, mais il me semble que les astronomes sont d'accord pour admettre que le mouvement perpétuel se trouve réalisé dans le système du monde. Lorsqu'un point matériel est sollicité par une force quelconque, et ensuite abandonné à lui-même, il se meut indéfiniment et ne s'arrête que quand il rencontre une résistance : c'est la première loi du mouvement des corps, dit Laplace. Or les courants moléculaires d'Ampère, circulant dans les intervalles intermoléculaires, n'ont aucune résistance à vaincre, et, pour cette raison, ils peuvent indéfiniment persister. Jamais Ampère, je crois, n'a supposé que ces courants développassent de la chaleur; il se peut qu'ils n'aient aucune réalité; mais les choses se passent comme s'ils existaient, et leur existence ne me paraît pas absolument impossible.

» 72. Nous avons vu, dans le n° 69, qu'une série de frictions, dirigées du talon aux pôles, peut augmenter, dans certaines conditions, l'aimantation du fer à cheval ; il n'en est pas toujours ainsi. Lorsque l'aimantation est très-énergique, elle est toujours affaiblie par le frottement d'une barre de fer doux, même dans le cas où l'on fait marcher cette barre du talon aux pôles; l'affaiblissement est moindre que si l'on faisait mouvoir la barre en sens contraire, mais il peut encore être très-notable. J'ai trouvé, dans une expérience, que l'aimantation était diminuée de 27 pour 100 lorsque le frottement était dirigé du talon aux pôles, et de 68 pour 100 lorsque le frottement était dirigé en sens inverse.

» 73. Il faut remarquer que la faible aimantation qui persiste après une série de frictions, dirigées des pôles au talon, est beaucoup plus *stable* qu'une aimantation égale que l'on aurait développée directement dans un fer à cheval, pris à l'état neutre, au moyen d'un courant inducteur d'intensité convenable. Voici comment j'ai constaté ce fait : j'ai aimanté un fer à cheval aussi fortement que j'ai pu, au moyen d'un courant qui donnait

à mon galvanomètre une déviation de 36°, 5, puis j'ai affaibli l'aimantation au moyen d'une série de frictions dirigées des pôles au talon; j'ai constaté alors que le courant de désaimantation avait pour valeur — 19, en un certain point M de l'une des branches du fer à cheval. Cela fait, j'ai affaibli le courant inducteur de manière à ramener la déviation du galvanomètre à 23°, 5, et j'ai aimanté de nouveau le fer à cheval, au moyen de ce courant affaibli, en le faisant passer d'abord dans le sens positif, puis dans le sens négatif; j'ai trouvé ainsi que l'aimantation positive (mesurée au même point M par le courant de désaimantation) avait pour valeur + 41°, 6, tandis que l'aimantation négative était — 51°, 3. Ces deux aimantations sont notablement inégales, d'où il résulte que l'aimantation — 19, qui a persisté après la série de frictions, n'est pas complétement détruite par le passage du courant (+ 23°, 5), lequel eût développé, dans un barreau neutre, une aimantation égale à $\frac{51,3+41,6}{2} = 46,4$. Or, pour développer l'aimantation — 19 dans le fer à cheval, pris à l'état neutre, il eût suffi d'employer un courant négatif représenté par la déviation 20 degrés ou environ, et ce même courant, lancé en sens contraire, aurait suffi pour détruire complétement l'aimantation qu'il aurait développée d'abord. Ainsi l'aimantation — 19, lorsqu'elle est le résidu d'une aimantation très-énergique, n'est qu'incomplétement détruite par le courant positif (23°, 5), tandis que la même aimantation — 19, développée directement par le courant (20), est complétement détruite par ce même courant (20), dirigé en sens inverse, et le serait, à plus forte raison, par le courant (+ 23°, 5): la première est donc, en un certain sens, plus *stable* que la seconde, comme je l'ai dit en commençant.

» Ce résultat est facile à interpréter lorsqu'on admet l'hypothèse de M. Jamin, que j'ai adoptée jusqu'à présent. Il signifie que le magnétisme résultant du premier mode d'aimantation occupe une couche plus épaisse que celle dans laquelle se trouve confiné le magnétisme développé par la seconde méthode; mais je dois dire que je commence à douter un peu de l'exactitude de cette interprétation. »

M. Chabert-Plancheur, M. Ch. Monestier adressent des Notes relatives au Phylloxera. La Communication de M. Monestier est accompagnée d'une brochure sur l'emploi du sulfure de carbone.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 13e année des « Causeries scientifiques » de M. *de Parville*.

La **Société de Géographie** informe l'Académie qu'un Congrès international des Sciences géographiques se réunira à Paris, au printemps de l'année 1875.

« M. le **Secrétaire perpétuel** présente, au nom de M. *Sédillot*, Membre de l'Académie, un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « Du relèvement de la France ». Notre confrère s'appuie de l'autorité de Descartes, affirmant que, s'il y avait quelque moyen de rendre les hommes plus sages et plus habiles, on devait le chercher dans la Médecine. Tel est le but qu'il s'est proposé en étudiant, au point de vue de la science, les moyens de connaître le bon, le vrai, le beau et les règles de conduite à suivre pour assurer la marche des générations futures vers le bien et pour les éloigner du mal physique ou moral.

» La pensée de notre confrère se résume dans le passage suivant :

« La morale était parvenue, dès la plus haute antiquité, à des préceptes que les infractions réitérées d'un égoïsme brutal n'ont pu faire oublier.

» Le patriotisme, la générosité, le dévouement, le sacrifice étaient des vertus antiques, personnifiées dans des dieux tutélaires et protecteurs.

» La concorde, la pitié, la continence, la pudeur avaient des autels.

» La charité, l'amour du prochain, la fraternité ont imprimé à la morale des tendances plus générales encore; l'abolition de l'esclavage, la prédominance de la science, des arts et de l'industrie sur la force et la violence en marquent les nouveaux degrés d'élévation.

» Les contrastes établis, de tout temps, entre la vertu et le vice, le sacrifice et l'égoïsme, le courage et la lâcheté, la sincérité et le mensonge, la loyauté et l'hypocrisie sont les témoignages les plus évidents du bien dans l'ordre moral.

» Les moyens de devenir meilleur, plus charitable, plus dévoué à la vérité, à la justice, à l'honneur et à la patrie ne sauraient être trop favorisés. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés des systèmes de courbes* ($\mu = 1, \nu = 1$). Note de M. **Fouret**, présentée par M. Chasles.)

« Dans une Note précédente (*), j'ai donné l'équation différentielle gé-

(*) *Sur les systèmes de courbes planes, etc.* (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 831.)

nérale des systèmes (μ, ν) de courbes planes. Cette équation, dans le cas de $\mu = 1$, $\nu = 1$, se ramène immédiatement à la forme

$$(1)\qquad L(x\,dy - y\,dx) - M\,dy + N\,dx = 0,$$

L, M et N désignant des fonctions linéaires de x et de y.

» L'étude des courbes définies par l'équation (1) m'a conduit à une méthode fort simple pour intégrer cette équation (*). Cette méthode fera l'objet d'une prochaine Note, et je me bornerai pour le moment à exposer certaines propriétés du système $(\mu = 1, \nu = 1)$ dont quelques-unes servent de point de départ à l'intégration de l'équation (1).

» Le lieu des points de contact des tangentes aux courbes (1) issues d'un point quelconque $(x = \alpha, y = \beta)$ a pour équation, l'équation (1) dans laquelle on fait $\frac{dy}{dx} = \frac{y-\beta}{x-\alpha}$, c'est-à-dire

$$(2)\qquad \alpha(Ly - N) - \beta(Lx - M) + (Nx - My) = 0.$$

Cette équation représente une conique passant par le point $(x = \alpha, y = \beta)$, et l'ensemble des coniques obtenues, en faisant varier ce point, forme un réseau.

» Considérons en particulier les trois coniques du réseau, définies par les équations

$$(3)\qquad \begin{cases} Ly - N = 0, \\ Lx - M = 0, \\ Nx - My = 0. \end{cases}$$

» En retranchant membre à membre les deux premières équations (3), après les avoir multipliées respectivement par x et y, on obtient la troisième. On en conclut immédiatement que les trois coniques définies par ces équations ont trois points communs. Ces trois points appartiennent à toutes les coniques (2); de là le théorème suivant :

» Théorème I. — *Le lieu des points de contact des tangentes aux courbes d'un système $(\mu = 1, \nu = 1)$, issues d'un même point du plan, est une conique passant par ce point, et les diverses coniques correspondant aux divers points du plan passent par trois mêmes points.*

» De ces trois points e, f, g, l'un, g, sera toujours réel; les deux autres,

(*) L'intégration de cette équation a été donnée pour la première fois par Jacobi (*Journal de Crelle*, t. XXXIV).

e, f, pourront être imaginaires conjugués. En chacun de ces points, le $\frac{dy}{dx}$ est indéterminé : il en résulte que toutes les courbes du système γ passent.

Nous verrons plus loin que ces points sont des points asymptotiques : nous les appellerons les *pôles* du système.

» Prenons au hasard deux points m et m' sur la même courbe ou sur deux courbes différentes du système, et soit t le point de rencontre des tangentes correspondant à ces points. En vertu du théorème I, les six points m, m', t, e, f, g sont sur une même conique, et par suite le rapport anharmonique des quatre droites, mt, me, mf, mg, est égal à celui des quatre droites $m't$, $m'e$, $m'f$, $m'g$ (*).

» On a ainsi le théorème suivant :

» THÉORÈME II. — *Toute courbe du système* ($\mu = 1$, $\nu = 1$) *est telle, que le rapport anharmonique, formé par l'une quelconque de ses tangentes, et les trois droites joignant le point de contact de cette dernière aux trois pôles du système est constant.*

» *Ce rapport anharmonique est le même pour toutes les courbes du système.*

» Nous l'appellerons, pour cette raison, le rapport anharmonique du système.

» Faisons une transformation homographique, de manière à faire coïncider les points e et f avec les points circulaires à l'infini (ombilics du plan). Les courbes du système transformé, en vertu du théorème II, jouissent de cette propriété, que la tangente en chacun de leurs points fait un angle constant, dans un sens de rotation déterminé, avec la droite joignant ce point au pôle transformé de g. Les courbes transformées sont par suite des spirales logarithmiques, décrites avec un même paramètre, autour d'un même pôle, et dans un même sens de rotation. De l'équation en termes finis de ces spirales on déduira, par une transformation homographique inverse de la première, l'intégrale générale de l'équation (1).

» Il résulte aussi de ce qui précède que le point g et par suite les points e et f sont des points asymptotiques des courbes du système.

» Ces courbes se présentant comme une généralisation de la spirale logarithmique ou équiangle, nous les appellerons *spirales équiharmoniques*.

» THÉORÈME III. — *L'enveloppe des tangentes aux courbes du système* ($\mu = 1$,

(*) CHASLES, *Sections coniques*, Chap. I, p. 3.

$\nu = 1$), *aux points de rencontre de ces courbes avec une droite quelconque* D, *est une conique tangente à* D *et aux trois côtés du triangle polaire.*

» (Nous appelons *triangle polaire*, le triangle *efg* formé par les trois pôles.)

» On voit immédiatement que l'enveloppe considérée est une conique tangente à la droite D. Pour démontrer que cette conique est tangente à chacun des côtés du triangle *efg*, à *ef* par exemple, soit *h* le point de rencontre de D avec *ef*; la tangente à la courbe du système qui passe en *h* doit former avec *he*, *hf*, *hg* un rapport anharmonique égal au rapport anharmonique du système, et comme *he* et *hf* sont en prolongement, il faut que la tangente en *h* coïncide avec *ef*. Donc, etc.

» Soient *m* et *m'* deux points appartenant à une même courbe ou à deux courbes différentes du système; *mt*, *m' t'* les tangentes en ces points aux branches qui y passent. En vertu du théorème III, *mt* et *m' t'* sont tangentes à une même conique, tangente elle-même à *mm'* et aux trois côtés du triangle *efg*.

» Par suite (*), le rapport anharmonique du point *m* et des trois points de rencontre de *mt* avec les côtés du triangle *efg* est égal au rapport anharmonique du point *m'* et des trois points de rencontre de *m' t'* avec les mêmes côtés du même triangle. Donc :

» Théorème IV. — *Toute courbe du système* ($\mu = 1$, $\nu = 1$) *est telle, que le rapport anharmonique formé par l'un quelconque de ses points et par les points de rencontre de la tangente en ce point avec les trois côtés du triangle polaire, a une valeur constante. Ce rapport anharmonique est le même pour toutes les courbes du système.*

» On peut ajouter qu'*il a la même valeur que le rapport anharmonique formé par une tangente quelconque et par les droites joignant le point de contact de cette tangente aux trois pôles du système.*

» Cette dernière propriété résulte de la propriété suivante du triangle, qui nous paraît nouvelle :

» *Étant donné un triangle abc, dont les côtés bc, ac, ab sont respectivement coupés par une transversale aux points a', b', c'; si l'on prend un point quelconque* O *sur cette dernière, le rapport anharmonique qu'elle forme avec les droites* O*a*, O*b*, O*c est égal au rapport anharmonique des quatre points* O, *a', b' c'.*

(*) Chasles, *Sections coniques*, chap. I, p. 3.

» En effet, α étant le point de rencontre de Oa et de bc, on a

$$(Oa', Oa, Ob, Oc) = (a', \alpha, b, c) = (a', O, c', b') = (O, a', b', c').$$

» Nous énoncerons, en terminant, une dernière propriété du système ($\mu = 1$, $\nu = 1$), qui explique la corrélation qu'ont entre eux les points et les tangentes des courbes de ce système.

» Théorème V. — *La polaire réciproque d'une courbe du système, par rapport à l'une quelconque des coniques conjuguées au triangle polaire, est une courbe de ce même système.*

» Corollaire. — *La polaire réciproque d'une spirale logarithmique, par rapport à une hyperbole équilatère ayant pour centre le pôle de la spirale, est une spirale semblable, décrite autour du même pôle et dans le même sens de rotation.* »

GÉOMÉTRIE. — *Généralisation d'un théorème communiqué dans la séance du 1er juin;* par M. **H. Durrande.**

« Il n'est pas difficile de remarquer que le résultat auquel je suis parvenu dans la Note insérée aux *Comptes rendus* (1er juin 1874) est susceptible d'une généralisation assez remarquable.

» *Avec une loi de la force, par laquelle la vitesse du mobile ne dépend que des coordonnées de la position de ce mobile, si une série* (f_1) *de courbes homothétiques est telle, que tous les arcs de ces courbes compris entre deux courbes d'une série* (ψ) *soient* synchrones, *il existe une* infinité *d'autres séries* (f_2) *de courbes dont les arcs, compris entre deux courbes* (ψ), *sont également* synchrones.

» Si l'on désigne par i, i' les angles sous lesquels deux courbes (f_1), (f_2) coupent la courbe (ψ) de leur point de rencontre, les diverses séries (f_2) correspondront aux diverses valeurs de la constante (α) dans la relation

$$\sin i = \alpha \sin i'.$$

Cette constante α n'est autre chose, d'ailleurs, que le rapport de la durée du parcours sur les arcs des courbes (f_1) et (f_2) compris entre deux quelconques (ψ).

» Pour $\alpha = 1$, on retombe sur le théorème qui a fait l'objet de ma précédente Communication. »

CHIMIE. — *Sur l'acide fluoxyborique.* Note de M. A. BASAROW, présentée par M. Wurtz.

« L'acide fluoxyborique, découvert en 1809 par Gay-Lussac et Thenard, étudié presque à la même époque par J. Davy et plus tard par Berzélius, prend naissance lorsqu'on sature l'eau par le fluorure de bore, ou bien lorsqu'on dissout de l'acide borique dans l'acide fluorhydrique. Cet acide a été décrit comme un liquide incolore, très-épais, fumant à l'air, attaquant vivement les matières organiques, distillant sans décomposition et ayant en somme une grande ressemblance avec l'acide sulfurique. Avec les bases il forme des sels, qu'on peut obtenir en saturant l'acide par les bases, ou par la combinaison directe des fluorures et des borates dans les proportions exigées. On a attribué à l'acide fluoxyborique la formule $BoO^2H, 3HFl$, et à ses sels la formule $BoO^2M', 3M'Fl$.

» Comme la théorie de l'atomicité ne peut pas rendre compte de la manière dont les atomes pourraient être groupés dans un tel composé, il m'a semblé intéressant de reprendre l'étude de l'acide fluoxyborique, et je viens aujourd'hui présenter à l'Académie les premiers résultats de mon travail.

» J'ai préparé l'acide fluoxyborique en saturant l'eau par le fluorure de bore. Ce dernier était dégagé dans une cornue en platine, chauffée au bain d'huile, en employant un mélange de 100 parties de fluorure de calcium pur, de 100 parties d'acide borique parfaitement anhydre et de 200 parties d'acide sulfurique. Le fluorure de bore commence à se dégager vers 150 degrés; au-dessus de 225 degrés, il passe des quantités notables d'acide sulfurique : c'est donc entre ces limites de température que furent conduites les opérations. L'eau destinée à absorber ce fluorure de bore se trouvait dans un récipient de platine; l'expérience terminée, le contenu de ce récipient présentait toutes les propriétés indiquées pour l'acide fluoxyborique, et je ne puis que confirmer les indications antérieures sur ce sujet.

» Pour me convaincre si l'acide fluoxyborique est un corps homogène ou non, je l'ai soumis à la distillation fractionnée. Afin d'éviter le contact du verre, j'ai introduit le liquide dans une cornue de platine que j'ai chauffée au bain d'huile, avec thermomètre, successivement à des températures croissantes. A 140 degrés, il se dégage beaucoup de fluorure de bore, mais rien ne passe dans le récipient. Vers 160-170 degrés, il distille un liquide excessivement fumant à l'air, épais comme du miel et

présentant la densité 1,777; à 175-180 degrés, liquide moins fumant et moins épais, d'une densité de 1,659; à 180-185 degrés, liquide encore moins fumant et moins épais, d'une densité de 1,657; enfin à 185-200 degrés, on obtient un produit à peine fumant, d'une densité de 1,577. Toutes ces fractions, excepté la dernière, donnent avec l'eau un abondant précipité d'acide borique; les premières se comportent de la même manière déjà au contact de l'air humide. Lorsqu'on distille les portions les moins volatiles avec de l'acide borique anhydre, on élève de nouveau leur densité : ainsi, la fraction 180-185 degrés (densité 1,657) offrait, après distillation, avec un excès d'anhydride borique, la densité 1,717.

» L'acide fluoxyborique n'est donc pas un corps homogène, car il peut être séparé en portions de densités différentes par la distillation fractionnée. Cet acide ne paraît être qu'une dissolution d'acide borique dans de l'acide hydrofluoborique, et il y aurait alors analogie complète entre les réactions de l'eau sur les fluorures de bore et de silicium, avec cette seule différence que, dans le dernier cas, l'acide silicique se dépose à l'état gélatineux, tandis que, dans le premier, l'acide borique reste en dissolution. Il y a dans les deux cas un système de molécules en équilibre mobile, susceptible de produire des réactions inverses. A froid, la réaction a lieu d'après les équations

$$3SiFl^4 + 3H^2O = SiO^3H^2 + 2(2HFl, SiFl^4),$$
$$4BoFl^3 + 2H^2O = BoO^2H + 3(HFl, BoFl^3).$$

» A une température élevée, la réaction est inverse; dans les deux cas, il y a volatilisation complète. L'acide fluoxyborique n'est autre chose que ce système de molécules, plus de l'eau

$$4(BoO^2H, 3HFl) = BoO^2H + 3(HFl, BoFl^3) + 6H^2O.$$

» Pour avoir une preuve de plus en faveur de ma manière de voir, j'ai fait l'analyse d'un échantillon d'acide fluoxyborique et j'ai pris sa densité de vapeur. Cet acide fluoxyborique avait été préparé en distillant les portions moyennes de l'acide brut avec de l'anhydride borique. Sa densité était 1,742. J'ai trouvé en moyenne 14,8 pour Bo, 47,0 pour Fl et 28,8 pour H^2O.

» Un acide fluoxyborique répondant à la formule $BoO^2H, 3HFl$ exigerait 10,6 pour Bo, 54,8 pour Fl et 34,6 pour H^2O.

» La densité de vapeur prise à la température de 228 degrés, d'après la méthode de M. Dumas, a donné le chiffre 16,4 (hydrogène = 1); ce résul-

tat ne peut pas être considéré comme tout à fait exact, car la substance ne s'est pas complétement volatilisée et a laissé un léger résidu d'acide borique; il montre néanmoins que l'acide fluoxyborique en se volatilisant subit une dissociation complète.

» Il résulte de ces expériences que l'acide fluoxyborique n'existe pas et que ce n'est que par hasard qu'on a pu obtenir un composé répondant à la formule $BoO^2H, 3HFl$.

» Il me reste à faire quelques études sur les sels du prétendu acide fluoxyborique.

» J'ajoute que, d'après une expérience que j'ai faite, l'eau absorbe à zéro 1057 volumes de fluorure de bore. Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz, à la Faculté de Médecine. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption de l'ammoniaque de l'air par les végétaux.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« On admet généralement que l'ammoniaque répandue dans l'atmosphère peut être absorbée directement par les feuilles des végétaux et leur servir d'aliment azoté. Cependant l'assimilation de l'ammoniaque aérienne n'a pas encore été démontrée expérimentalement. J'ai tenté cette démonstration l'an dernier.

» L'expérience a consisté à cultiver deux plantes de même espèce dans des conditions pareilles, avec cette seule différence que l'une développait son feuillage dans une atmosphère pourvue de vapeurs ammoniacales, l'autre dans une atmosphère privée de ces vapeurs. L'analyse devait indiquer, après la récolte, si la première était plus riche que la seconde en azote assimilé.

» Pour pouvoir régler et mesurer l'ammoniaque fournie aux organes aériens, il fallait enfermer ceux-ci dans une atmosphère limitée, renouvelable et parfaitement séparée du sol. Cette dernière précaution était indispensable pour écarter toute chance d'absorption de l'ammoniaque par les racines.

» J'ai fait usage de deux appareils semblables à celui qui m'a déjà servi pour étudier, sur le tabac, l'influence de l'évaporation sur l'absorption des principes minéraux (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 353), et j'ai choisi encore cette plante, parce que sa tige droite et ferme facilite les dispositions à prendre pour enfermer dans une cloche toute la partie aérienne. Un appareil se compose d'une caisse en bois, contenant 75 kilogrammes de terre; d'un

bassin circulaire posé sur la caisse, laissant passer la tige du tabac par une tubulure centrale; d'une cloche en verre de 250 litres, renversée sur le bassin. Tous les joints sont parfaitement lutés, et le feuillage du tabac est réellement isolé dans une atmosphère qu'on peut composer à son gré.

» Je renouvelais continuellement les atmosphères à l'aide de trompes, à raison de 1200 litres d'air par vingt-quatre heures; cet air contenait environ 1 pour 100 d'acide carbonique.

» Quant à l'ammoniaque qui devait être ajoutée à l'une des atmosphères, il eût été difficile de l'introduire d'une manière continue à l'état gazeux. J'ai préféré l'obtenir en couvrant le fond de l'un des bassins d'une dissolution très-faible de sesquicarbonate d'ammoniaque renouvelée tous les jours. En déterminant, pour chaque opération, les volumes et les titres des liquides extraits et introduits, j'avais tous les éléments nécessaires au calcul de l'ammoniaque diffusée dans l'atmosphère de la cloche.

» La tension de l'ammoniaque devait être assez sensible pour apporter aux feuilles une dose appréciable d'aliment azoté, assez faible pour ne pas leur nuire; cette tension dépendait du titre de la dissolution qu'il a fallu déterminer par des expériences préalables. Je me suis arrêté au titre de $0^{gr},900$ de sesquicarbonate pour 1 litre d'eau.

» Afin de donner plus d'influence à l'aliment gazeux dont il s'agissait de constater les effets, j'ai condamné mes deux plantes à végéter dans une terre de sous-sol pauvre, prise à 80 centimètres de profondeur dans mon champ de Boulogne.

» L'expérience a commencé le 31 juillet; les deux tabacs étaient alors assez grands pour se prêter aux dispositions d'appareil adoptées : elle a été prolongée jusqu'au 14 septembre.

» Les feuilles, bourgeons, tige, racines de chaque plant ont été récoltés à part, séchés, pesés; l'azote a été dosé par combustion de la matière organique, seul procédé absolument sûr, à mon avis; on a déterminé séparément l'azote dans les diverses parties, puis dans chaque plante entière en composant le mélange à analyser de fractions proportionnelles aux poids des diverses parties. Pour plus d'exactitude, on a toujours opéré sur des quantités comprises entre 2 et 3 grammes.

Résumé des expériences.

Ammoniaque volatilisée dans l'atmosphère de l'appareil I, du 31 juillet au 14 septembre .... $1^{gr},327 = 1^{gr},093$ azote.

» Le volume d'air qui a passé dans la cloche étant de quarante-cinq fois

1200 litres, ou 54 mètres cubes, on trouve que chaque mètre cube contenait, en moyenne, 25 milligrammes d'ammoniaque, soit, en nombres ronds, $\frac{2}{100000}$ d'ammoniaque pour 1 d'air en poids.

Poids des récoltes.

N° 1 (alimenté de gaz ammoniac).		N° 2.	
Feuilles écôtées	$46^{gr},7$	Feuilles écôtées et bourgeons (1).	$49^{gr},75$
Côtes et bourgeons	18,1	Côtes	7,00
Tige	28,5	Tige	35,00
Racine	53,6	Racine	47,25
Total	146,9	Total	139,00

Azote dans les tabacs entiers.

3 grammes du n° 1 ont donné	$66^{mg},44$	azote,	soit	2,22	pour	100
3 » 2 »	53,13	»		1,77	»	

» Le n° 1 a atteint le taux d'azote normal qu'une plante de son espèce acquiert dans les conditions naturelles de végétation. Le n° 2 est resté sensiblement au-dessous de ce taux. L'aliment azoté lui a donc fait défaut, tandis que le premier en a reçu suffisamment. Les sols étant identiques, il est raisonnable d'admettre que le gaz ammoniac offert au premier a été le complément de son alimentation.

» D'après les analyses ci-dessus :

Les $146^{gr},9$ du n° 1 entier contenaient	$3^{gr},260$	azote.
Les 139,0 du n° 2 »	2,460	»
Différence	0,800	azote.

» Imputant cet excédant d'azote à l'ammoniaque gazeuse, fournie au n° 1, on trouve que sur $1^{gr},093$ d'azote, offert pendant l'expérience, à l'état d'ammoniaque, le tabac a assimilé $0^{gr},800$; soit environ les trois quarts.

» L'ammoniaque absorbée a dû former des composés organiques; en effet, l'analyse ne la retrouve dans le plant ni à l'état d'alcali, ni à l'état d'acide nitrique.

Dosages d'ammoniaque.

10 grammes du n° 1 contiennent	$3^{mg},02$ AzH^3	
10 » 2 »	4,03	
d'où le n° 1 entier contient	44,4	$= 36^{mg},4$ azote.
» 2 »	56	$= 45,9$ »

(1) Les bourgeons ont été mêlés par mégarde avec les feuilles écôtées.

Dosages d'acide nitrique.

5 grammes du n° 1 contiennent.......	$4^{mg},2$ AzO^5
5 » 2 »	2,7
d'où le n° 1 entier contient...........	$123,9 = 32^{mg}$ azote.
» 2 »	$75,6 = 19,6$ »

» La somme obtenue en ajoutant l'azote de l'ammoniaque à celui de l'acide nitrique est

Pour le n° 1....................	$68^{mg},4$
» 2....................	65,5

La première somme est bien éloignée du chiffre 800 milligrammes qui représente l'azote absorbé par le n° 1 sous forme d'ammoniaque.

» Il était intéressant de rechercher si l'absorption de l'ammoniaque par les feuilles avait eu quelque influence sur la production de la nicotine :

Les feuilles n° 1 renferment.....	1,87 p. 100 de nicotine.
» 2 »	1,78 »

Il semble donc que cette influence a été nulle.

» Les composés azotés dérivés de l'ammoniaque assimilée ne sont pas restés en totalité dans les feuilles du n° 1; ils se sont répandus dans le végétal entier, ainsi que le témoignent les dosages d'azote dans les diverses parties des deux plants :

Dosages d'azote dans les diverses parties des plants.

	N° 1.	N° 2.
Feuilles écôtées........	3,18 p. 100.	2,62 p. 100.
Tige et côtes réunies....	2,08 »	1,62 »
Racines...............	1,33 »	1,09 »

» On voit que les diverses parties du n° 1 sont toutes plus riches que les parties correspondantes du n° 2. L'enrichissement des feuilles a profité à la tige et à la racine.

» J'ai à peine besoin de faire observer, en terminant, que je me suis uniquement proposé, dans l'expérience rapportée ci-dessus, de vérifier l'assimilation de l'ammoniaque aérienne. Le fait, constaté ici dans un cas particulier, sera sans doute généralisé ; mais, quant à la question de mesure du phénomène, le rapport, assurément très-variable selon les lieux, les sols et les espèces, entre l'azote aérien assimilé sous forme d'ammoniaque et l'azote puisé à d'autres sources, ne saurait être déduit, pour le cas général de la végétation à l'air libre, des résultats numériques fournis par mon expérience. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche de l'oxygène dissous dans l'eau des puits artésiens.* Note de M. A. Gérardin, présentée par M. Chevreul.

« Le puits artésien de Grenelle, après avoir traversé entièrement la formation crayeuse du bassin de Paris, amène d'une profondeur de 548 mètres les eaux provenant du terrain du grès vert, et arrivant au jour avec une température de 27°,7.

» Autorisé par M. Belgrand à étudier les réservoirs de la Ville de Paris, j'ai pu faire de nombreuses expériences au sommet du puits de Grenelle. Au moyen d'un tube courbé en siphon, j'ai puisé de l'eau à 4 mètres au-dessous de son arrivée au contact de l'air. Je l'ai essayée par notre méthode de dosage de l'oxygène dissous décrite aux *Comptes rendus* du 12 octobre 1872. Les premières gouttes d'hydrosulfite ont attaqué la couleur bleue qui teintait légèrement l'eau dans des bocaux de 1, 2 et 6 litres.

» Il n'y a donc certainement pas d'oxygène dissous dans les eaux provenant du gault et des grès verts inférieurs; mes expériences confirment complétement celles que M. Peligot a faites sur ce sujet.

» Il m'a paru intéressant de chercher si, dans d'autres couches géologiques, l'eau tient de l'oxygène en dissolution.

» On a foré à Saint-Denis plus de vingt puits artésiens qui proviennent de quatre nappes distinctes.

» La plus profonde est à 140 mètres de profondeur, sa température est de 15 degrés. Elle est dans les sables de Rilly, au-dessous de l'argile plastique et au contact de la craie.

» Une autre nappe à 13 degrés se trouve à 110 mètres de profondeur, elle est à la partie inférieure des sables du Soissonnais au contact de l'argile plastique,

» A la partie moyenne des sables du Soissonnais, entre deux amandes d'argile, on trouve, à 80 mètres de profondeur, une nappe jaillissante dont la température est de 12 degrés.

» La nappe supérieure est à 60 mètres de profondeur, sa température est de 12 degrés. Elle est à la partie supérieure des sables du Soissonnais que l'on atteint après avoir traversé le diluvium, le calcaire de Saint-Ouen, les sables de Beauchamps et le calcaire grossier.

» J'ai essayé à l'hydrosulfite l'eau provenant de chacune de ces quatre nappes; et, en prenant les mêmes précautions qu'au puits de Grenelle, j'ai pu constater que l'eau des sables de Rilly et du Soissonnais était aussi dépourvue d'oxygène dissous que celle des grès verts inférieurs.

» A Gonesse se trouvent des puits artésiens jaillissants dont la température est de 11 degrés. Ils sont forés à une profondeur de 15 mètres seulement à travers le diluvium et les couches les plus récentes du terrain parisien. J'y ai cherché l'oxygène dissous, et je n'en ai pas trouvé la moindre trace.

» Je conclus de ces expériences qu'on ne trouve jamais d'oxygène dissous dans les eaux souterraines si on prend la précaution de les recueillir avant qu'elles n'arrivent au contact de l'air. Cette précaution est indispensable, car, dès que le contact de l'air se fait sentir, elles dissolvent plusieurs centimètres cubes d'oxygène par litre. C'est ainsi que Payen, qui a recherché le premier l'oxygène dissous dans l'eau du puits artésien de Grenelle, en a trouvé 4 centimètres cubes par litre.

» Souvent j'ai vu, dans l'intérieur des tubes d'ascension, de longs filaments blancs, opalins, flottant au sein de la colonne liquide ascendante, et adhérant par un bout à la circonférence du tuyau. Ces algues présentent cette propriété curieuse qu'elles restent blanches à la lumière solaire tant que l'eau est dépouillée d'oxygène dissous, et qu'elles verdissent instantanément dès que l'eau commence à s'aérer. Leur sensibilité à l'oxygène ne le cède en rien à celle des réactifs les plus fidèles. L'observation de ces algues confirme les essais à l'hydrosulfite de soude, et fournit un nouveau réactif extrêmement délicat pour constater la moindre trace d'oxygène libre dans l'eau d'un puits artésien, et reconnaître la profondeur variable à laquelle l'oxydation de la surface peut se faire sentir (1). »

TOXICOLOGIE. — *Sur un cas d'empoisonnement par le plomb.* Note de MM. G. BERGERON et L. L'HÔTE, présentée par M. Peligot.

« Il y a quelques mois, dans une propriété du département de Seine-et-Marne, vingt-six personnes ont été gravement atteintes. On avait cru d'abord à une épidémie de fièvre typhoïde bilieuse; deux personnes ont succombé, et les médecins qui ont soigné les malades ont observé tous les caractères de l'empoisonnement par le plomb.

» La justice s'est livrée à une enquête : on a pensé d'abord que l'empoi-

(1) Sur une observation obligeante de M. Pasteur, que la dernière partie de ma Note devait mal rendre ma pensée et manquait de clarté, je dois faire observer qu'en effet je n'ai constaté la présence des algues blanches que jusqu'à une profondeur très-limitée, où l'on peut admettre que, par la diffusion, l'oxygène de l'air arrive en quantité extrêmement faible; plus bas l'absence de végétation s'expliquerait parce que l'eau est absolument privée d'oxygène.

sonnement était accidentel et qu'il était dû à des eaux de drainage qui traversaient un tuyau de plomb avant d'arriver dans le réservoir. Ce tuyau a 1 mètre environ de longueur; depuis vingt ans qu'il est posé, on n'avait jamais constaté d'accidents chez les personnes qui buvaient ces eaux, et il n'avait été fait à cette conduite aucune modification.

» Le plomb se trouvait dans la saumure qui servait à conserver le beurre consommé dans la propriété. Cette saumure se comporte avec les réactifs comme une solution d'un sel de plomb. L'analyse a démontré qu'elle renferme en dissolution du sel marin en forte proportion, du sucre, du salpêtre, de l'acétate de soude et du chlorure de plomb; ce dernier sel est le résultat de la réaction de l'acétate de plomb sur le chlorure de sodium.

» En calculant le plomb à l'état d'acétate de plomb, on a trouvé dans un litre de six échantillons de saumure de $2^{gr},3$ à $7^{gr},5$ de ce sel.

» Le beurre étant bien pressé retient encore une quantité appréciable de plomb. Du reste, pour les usages culinaires, le beurre était employé tel qu'il sort de la saumure et sans avoir été pressé.

» L'absorption lente du plomb à l'état de chlorure dissous dans le chlorure de sodium a été sans aucun doute la cause de l'empoisonnement. Le plomb dans cet état, constitue, au dire de M. Mialhe, la dissolution saturnine la plus vénéneuse.

» Nous avons été chargés de rechercher le plomb dans les organes d'une des victimes de cet empoisonnement. A cet effet, les organes ont été réduits séparément par la chaleur à l'état de pulpe molle, puis traités par un grand excès d'acide azotique pur et concentré pour opérer la destruction de la matière organique. Le plomb, précipité des dissolutions par un courant de gaz acide sulfhydrique, a été pesé à l'état de sulfate de plomb.

» Nous avons trouvé une proportion notable de plomb dans les intestins, dans le foie et dans le cerveau. L'existence du plomb dans le cerveau, dans des cas d'empoisonnement de cette nature, a été niée par divers auteurs; la constatation a été faite par nous d'une manière certaine; le plomb qui s'y trouvait a été pesé. L'autopsie avait été faite sur une table de bois, et le cerveau avait été isolé avec soin des autres organes.

» A propos de cet empoisonnement tout à fait accidentel et primitivement attribué aux eaux que les tuyaux de drainage amènent dans la propriété, nous avons dû nous occuper de l'action exercée par ces eaux (suivant leur provenance et la nature des terrains qu'elles traversent) sur les tuyaux de plomb. Dans une prochaine Communication nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nos recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la créatine.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« Il est très-difficile de caractériser la créatine. Je crois avoir trouvé dans les faits suivants un moyen net et facile d'y arriver.

» On sait que l'azotate d'argent et l'azotate d'argent ammoniacal qui précipitent un grand nombre des substances azotées qui se trouvent dans l'économie sont sans action sur une solution de créatine.

» Mais si, dans une dissolution de créatine en excès, on verse de l'azotate d'argent, puis un peu de potasse, on obtient un précipité blanc qui se redissout dans un excès de potasse. Au bout de peu de temps, le liquide se prend en une masse gélatineuse, transparente, de telle sorte qu'il devient possible de retourner le vase dans lequel s'est fait l'expérience. Cette masse gélatineuse se réduit immédiatement à chaud, au bout de quelques heures à froid.

» Il importe de ne pas mettre un excès d'azotate d'argent pour ne pas obtenir, sous l'influence de la potasse, un précipité olive d'oxyde d'argent.

» Voici les proportions qui donnent les résultats les plus nets. Dans 2 centimètres cubes d'une solution saturée à froid de créatine, je verse cinq à six gouttes d'une solution au cinquième d'azotate d'argent; puis, à l'aide d'une baguette de verre, j'ajoute, goutte à goutte, de la potasse jusqu'à ce que le précipité qui s'est formé d'abord se soit redissous.

» L'ensemble de ces faits est tout à fait caractéristique de la créatine.

» Il se forme évidemment dans ces conditions une combinaison de la créatine (amide secondaire) avec l'oxyde d'argent. Dessaignes avait déjà cherché, mais vainement, à réaliser des combinaisons de la créatine avec les oxydes métalliques.

» J'ai également obtenu une combinaison de la créatine avec l'oxyde de mercure. Si, dans une dissolution de créatine en excès, on verse du sublimé corrosif, puis de la potasse, on n'obtient pas immédiatement de précipité; mais, au bout de quelques instants et plus rapidement par l'agitation, il se forme un précipité *blanc* cristallin. Le précipité est insoluble dans un excès de potasse et ne *noircit pas* sous l'influence de cet excès. A la longue ou plus rapidement à chaud, il y a réduction.

» Si l'on verse goutte à goutte, dans une solution de créatine additionnée d'un excès de potasse, du sublimé corrosif, on obtient le précipité blanc dont je viens de parler, et lorsque toute la créatine a été précipitée, il se forme une coloration jaune d'oxyde de mercure sous l'influence d'un léger excès

de sublimé. Il deviendra peut-être possible de doser ainsi volumétriquement la créatine.

» Je me réserve d'étudier plus à fond les composés dont je viens de parler. »

CHIRURGIE. — *Anesthésie par injection intra-veineuse de chloral, selon la méthode du professeur Oré; ablation d'un cancer du rectum.* Note de MM. **Deneffe** et **Van Wetter**, présentée par M. Bouillaud. (Extrait.)

« Au mois de mai 1871, nous enlevâmes à M. de W..., âgé de cinquante-quatre ans, une partie de son rectum, devenu cancéreux. Cette opération fut suivie des plus heureux résultats. Pendant plus de trois ans, le malade put se livrer à tous ses travaux, sans être incommodé par la terrible affection dont il avait été opéré. Cependant, depuis quelque temps, l'ampoule rectale s'emplissait de nouveaux bourgeons cancéreux : hémorrhagies légères, mais fréquentes; suppuration fétide, douleurs souvent violentes; rétentions de matières fécales, trajets fistuleux dans l'épaisseur de la fesse gauche. Ces accidents minaient la santé de M. de W..., et menaçaient de l'emporter à bref délai. Il nous supplia de venir à son secours et de le débarrasser de son cancer : ce à quoi nous consentîmes volontiers. C'est à ce moment que M. le professeur Bouillaud annonçait à l'Institut le véritable succès qui venait de couronner la méthode anesthésique, imaginée par M. le professeur Oré, de Bordeaux. En Belgique, notre vénéré maître M. le professeur Soupart préconisait également l'anesthésie par injection intra-veineuse de chloral, dont M. Bouillaud, interprète de M. Oré, avait entretenu l'Institut de France.

» Le jeudi, 4 juin, nous nous rendîmes chez M. de W..., en ce moment à la campagne près de Gand. Nous avions pour collaborateurs (et nous ne pouvions en avoir de meilleurs) M. le Dr Bouqué, chef de clinique, M. le Dr Leboucq, chef des travaux anatomiques de l'Université, et M. le Dr de Lorge, chirurgien fort distingué de notre ville.

» A $4^h 30^m$ de l'après-midi, l'*opération de l'anesthésie* est commencée : un trocart en or très-acéré et enveloppé de sa canule est plongé dans une des veines radiales, *non dénudée*; à $4^h 35^m$, la veine ayant été bien ouverte, nous procédons graduellement à l'injection de la solution de chloral, en nous conformant scrupuleusement aux instructions de M. Oré (1). A $4^h 36^m$,

(1) Le liquide à injecter était composé de 30 grammes d'eau distillée et de 10 grammes

25 centigrammes de ce médicament avaient pénétré dans la veine, et à 4^h38^m nous en avions injecté 1 gramme. Nous attendons jusqu'à 5^h39^m sans que rien de particulier survienne; et à 5^h40^m $1\frac{1}{2}$ gramme est entré dans la veine; à 5^h41^m la parole du malade devient un peu plus lente; à 5^h42^m nous sommes à 2 grammes et nous attendons; à 5^h44^m (le pouls étant à 24, au quart de minute), nous arrivons à $2^{gr},50$; à 5^h46^m, le malade accuse un léger besoin de sommeil, il devient loquace et bâille: on atteint 3 grammes; à 5^h47^m, la sensibilité de la peau s'émousse, divagation dans les pensées : on est à $3^{gr},50$; à 5^h49^m bâillement très-prononcé, paroles délirantes (pouls à 26) : on est à 4 grammes; à 5^h50^m, on est parvenu à $4^{gr},50$; le malade ne parle plus, ferme les yeux (pouls à 27 et respiration à 19 par minute); il sommeille, mais n'est pas insensible; à 5^h59^m, on est arrivé à $5^{gr},75$; à 6 heures, 6 grammes (pouls à 28, respiration à 17 par minute, rougeur de la face); à 6^h10^m, la dose est de $6^{gr},25$; à 6^h12^m, de 7 grammes; quand on pince fortement le malade, il paraît encore sentir, et quand on passe le doigt sur la cornée, les paupières se contractent encore par action réflexe; à 6^h14^m, $7^{gr},50$; à 6^h15^m, l'anesthésie est complète et la cornée est presque insensible.

» Alors commence l'*opération relative au cancer* du rectum. A l'aide de l'écraseur linéaire de M. Chassaignac, de gros ciseaux et du râclage pratiqué avec les ongles et une forte spatule, nous enlevons tous les bourgeons cancéreux, nous nettoyons complétement le rectum, nous mettons tous les trajets fistuleux à découvert.

» Pendant cette opération, à 6^h20^m, nous injectons encore 50 centigrammes de chloral, ce qui porte la dose totale à 8 grammes. A 6^h30^m, tout est terminé, et l'ampoule rectale est libre. L'insensibilité est absolue, même aux cornées; le pouls est faible mais régulier, et la respiration est bonne.

» A 6^h35^m, le pansement étant terminé, l'heure de réveiller le malade est arrivée. Cela ne fut pas aussi facile que nous l'avions pensé. L'électrisation des nerfs pneumogastriques et de quelques-unes des parties les plus sensibles du corps, les flagellations avec un linge mouillé, les vapeurs ammoniacales, l'ingestion de quelques cuillerées d'eau fraîche ou de vin de Porto, tout fut impuissant contre le profond sommeil dans lequel était plongé l'opéré.

---

d'hydrate de chloral. Le soin de cette préparation avait été confié à M. Begein, pharmacien fort habile de Gand.

» A ce moment, M. le Dr Bouqué nous remit en mémoire le conseil que nous donnait, quelques jours auparavant, notre illustre maître, le professeur Soupart, savoir de ne pas considérer comme absolument nécessaire d'arracher au sommeil anesthésique un malade dont l'organisme vient d'être profondément troublé par une grave opération. Nos honorables confrères, MM. Bouqué, de Lorge et Leboucq, partageant l'opinion de M. Soupart, et nous ralliant nous-même à cet avis, le malade encore endormi fut placé dans son lit.

» Vers $8^h 30^m$, le malade, quand on lui pinçait la peau, s'agitait faiblement, il est vrai, et grognait quand nous l'interpellions. A 9 heures, quand nous le quittâmes, il répondait quand on l'interrogeait, mais ne tardait pas à retomber dans son sommeil. Le pouls était resté le même, la respiration bonne, la température normale. Nous partîmes tranquilles, recommandant d'administrer au patient quelques nouvelles cuillerées d'eau fraîche et de Porto (1).

» La nuit se passa fort paisiblement. A 5 heures, le malade sortit de son sommeil, parut étonné de ce qu'on le veillait, et se fit raconter ce qui s'était passé.

» Le 5, à midi, nous visitons l'opéré. Le pouls est à 22 au quart de minute, la température de l'aiselle à 37 degrés, sensation de bien-être inaccoutumé, nulle douleur, nul malaise, la pensée est nette. Le malade dit qu'il mangerait volontiers un peu de viande. Il a encore un peu de sommeil.

» Le 6, à midi, le malade va bien. Il nous fait remarquer le singulier état dans lequel il s'est trouvé depuis l'injection. Il ne sait pas ce qui s'est passé pendant l'opération, il se souvient qu'il s'est endormi et ne conserve nul souvenir de ce qui a eu lieu à partir du moment de son sommeil jusqu'au lendemain vendredi, à 5 heures du matin, qu'il s'est réveillé.

» Ce dernier jour et le suivant (samedi), bien qu'il fût éveillé, tout lui paraissait vague, indécis, confus comme dans un demi-sommeil ; toutefois, il se sentait dans un bien-être dont il se plaisait à nous parler. La sensibilité n'est complétement revenue que le dimanche, et depuis lors tout est rentré dans l'ordre (2).

» Aujourd'hui, 12 juin, c'est-à-dire huit jours après l'opération, pendant

(1) Le malade avalait bien; il vomit quelques gorgées de Porto, et lâcha à plusieurs reprises *une urine limpide*.

Nous ne pouvons assez insister sur le caractère de simplicité et de facilité que présenta toute cette opération, qu'aucun incident ne vint troubler.

(2) Ainsi donc, après avoir été *absolue* pendant deux heures, l'anesthésie, en s'amoindris-

lesquels aucun accident ne s'est produit, un grand soulagement, une grande amélioration dans l'état général et local du malade sont les heureuses suites de cette opération. M. de W.... dort bien, mange avec appétit, ne souffre plus et commence à se lever.

» Nous ne pouvons mieux exprimer notre opinion sur l'injection intra-veineuse du chloral et mieux faire comprendre la confiance qu'elle nous inspire, si ce n'est en disant : que nous attendons l'occasion de la recommencer. »

M. Larrey, demandant la parole après la Communication présentée par M. Bouillaud, s'exprime ainsi :

« J'ai eu connaissance sommaire par une Lettre de M. le Dr Oré lui-même du nouveau fait ajouté à ses propres observations, et dont M. Bouillaud vient de développer l'observation devant l'Académie, en joignant à son intéressante analyse de judicieuses remarques sur la nécessité d'une grande réserve dans l'appréciation définitive des cas du même genre.

» Si M. Oré, plein de confiance dans les injections intra-veineuses de chloral, comme méthode anesthésique pour les opérations, a rencontré des imitateurs parmi des chirurgiens étrangers, il a soulevé au contraire la réprobation à peu près unanime des chirurgiens français, de ceux du moins qui appartiennent à l'Académie de Médecine et à la Société de Chirurgie. C'est pourquoi je considère comme un devoir d'intervenir devant l'Académie des Sciences, afin de ne point attirer à mon silence une interprétation différente de ma pensée.

» Il faut d'abord admettre les succès remarquables, quoique très-limités encore, obtenus déjà par l'habile chirurgien de Bordeaux, et le nouvel exemple qui vient d'être signalé par lui de la part de deux honorables praticiens de la Belgique; mais il est permis de douter que cette expérimentation hardie trouve beaucoup de partisans, en présence des objections sérieuses suscitées par cette méthode d'anesthésie. M. Oré lui-même, malgré ses convictions les plus personnelles, comprend les réserves et les doutes, sinon les craintes qu'elle peut inspirer à d'autres, car c'est ainsi qu'il m'en parle dans sa Lettre sur cette question grave.

---

sant, s'est prolongée pendant deux jours. Durant cet espace de temps, le malade a été soustrait à toute souffrance, et partant aux immenses dangers du *choc chirurgical*.

» En effet, les précautions délicates, minutieuses, nécessitées par l'injection du chloral dans les veines, comme conditions d'outillage, de formule et d'application; la surveillance attentive qu'elle exige, pour se conformer rigoureusement aux instructions de M. Oré; les difficultés incontestables pour d'autres chirurgiens que lui, ou du moins pour ceux qui tenteraient une première fois cette opération anesthésique, sans parler des lenteurs inévitables, des accidents possibles, des complications prévues et des résultats variables chez l'homme, comparativement à ceux obtenus sur les animaux, telles sont, dans leur ensemble, les fortes objections qui paraissent s'élever contre la nouvelle méthode d'anesthésie chirurgicale.

» Il faut songer d'ailleurs qu'il s'agit ici d'une opération secondaire ou préalable à une autre devenue plus immédiate ou essentielle, et quelquefois même plus simple ou plus prompte que cette opération anesthésique, substituée par son inventeur à l'usage du chloroforme.

» Comment se décider surtout aux injections intraveineuses de chloral, quand on doit, comme dans le fait communiqué aujourd'hui, procéder ensuite à l'opération prescrite par une lésion ou une maladie vouée elle-même à une fatale récidive et presque inévitablement à un résultat funeste?

» Ajoutons que les effets anesthésiques de l'injection intra-veineuse de chloral se montrent si profonds, si prolongés surtout, que ce sommeil absolu, persistant, semble résister à la plupart des moyens propres à favoriser le réveil. De là une nouvelle opération proposée pour y parvenir, l'emploi de l'électricité, dont l'action, si puissante qu'elle soit, peut même rester sans effet, comme dans le cas actuel.

» Voilà ce que je voulais avoir l'honneur de dire, maintenant, à l'Académie, sans prétendre toutefois engager l'avenir sur l'appréciation d'une méthode d'anesthésie chirurgicale préconisée par son inventeur avec une entière confiance et une légitime autorité, mais qui attend d'une plus longue expérience un jugement définitif. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie des régions comprises entre Tanger, El-Araich et Meknès (Maroc).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Le 7 mars 1874, Son Excellence le Gouverneur général de l'Algérie me chargeait de la mission d'accompagner, comme médecin militaire, M. le Ministre plénipotentiaire de France qui se rendait à Meknès auprès

du nouvel empereur du Maroc, pour lui porter ses lettres de créance. Grâce à l'extrême obligeance de M. le Ministre Tissot et à l'intérêt qu'il porte à la Science, j'ai pu recueillir sur ce pays si peu connu de nombreux renseignements zoologiques, botaniques et surtout géologiques. Ce sont ces derniers que je vous prie de vouloir bien communiquer à l'Académie. Ils ont été recueillis chemin faisant, l'ambassade marchant à petites journées, ce qui me permettait, par conséquent, de faire des observations assez complètes. On peut reconnaître dans ces régions l'existence des terrains suivants :

Terrains récents.

» Alluvions récentes des bas-fonds inondés à marée basse, généralement sableuses, dunes récentes à tendance envahissante dans le voisinage même de Tanger; alluvions marno-sableuses, récentes et anciennes, des plaines du Sbou, de l'Oued-Kous, disposées en terrasses escarpées, de 15 à 25 mètres sur les berges, et en larges terrasses bien nivelées dans les parties étroites des vallées; remplissage des grottes naturelles (*grottes d'Hercule près du cap Spartel*), par des sables contenant des *poteries grossières, des pointes de flèche* et des *couteaux en silex*, des *Helix*, des *Patelles*, des *Pourpres* et des *Moules*. Dunes sableuses ou gréso-calcaires (1) contenant, à Tanger même, des *Helix* fossiles, très-développées sur le littoral et surtout aux environs d'El-Araich. Leur hauteur actuelle au-dessus de la mer atteint, à Tanger, 5 à 6 mètres, et à El-Araich, environ 20 mètres. Travertins compactes et roches travertineuses, blanches, légères et friables, des ravins, des principales rivières, des régions accidentées, contenant des impressions végétales des espèces actuelles (*Meknès*).

Terrain tertiaire.

» *Pliocène*. — C'est à cet étage que l'on peut rapporter les formations suivantes très-étendues dans les parties du Maroc que j'ai traversées :

» 1° Grès et poudingues coquilliers du littoral, très-développés à 3 kilomètres au sud du cap Spartel, et exploités depuis longtemps pour la fabrication des meules (*grottes d'Hercule*). Ces roches sont partout creusées de profondes cavernes qui ont été certainement habitées par l'homme; elles se retrouvent dans les environs d'El-Araich. Les coquilles dont elles sont

(1) Ces dépôts de dunes quaternaires ont été méconnus par le seul auteur qui se soit occupé de la géologie des régions du Maroc, comprises entre Tanger et Fez, M. Desguin, négociant belge. (*Étude sur le Maroc* dans le *Bulletin de la Société de Géographie belge*, 1870, p. 41.)

pétries sont toutes brisées, mais appartiennent certainement aux formes actuelles : elles atteignent 25 et 30 mètres au-dessus du niveau de la mer qui paraît gagner sur elles et qui en ronge les falaises.

» 2° Poudingues à gros éléments, ferrugineux, sables grossiers, de couleur rutilante ou orangée, s'étendant des environs d'El-Araich jusqu'au delà de Hadkort, au sud-est, et jusque vers Aïn-Dalia au nord. Ce terrain est prrsque partout stérile, et forme la région des steppes et des tumuli. Son épaisseur, que j'ai pu mesurer à la descente septentrionale du plateau de Had el Gharbia, est de 70 à 80 mètres.

» En cet endroit, comme à El-Araich, cet horizon qui ne contient, à ma connaissance, aucun fossile, passe insensiblement à un sable jaunâtre très-riche en fossiles bivalves, parmi lesquels il est facile de reconnaître des *Mactra*, deux espèces d'*Ostrea*, peut-être *O. foliosa*, plusieurs *Pectens*, *Venus umbonaria*, des *Panopées* ou *Lutraires*, des *Corbules* et une *Natice*. Toutes ces coquilles me rappellent celles du *miocène supérieur* ou *pliocène inférieur* sahélien de M. Pomel, mais plutôt le faciès de la province d'Alger que celui de la province d'Oran. L'épaisseur de cette couche coquillière m'est inconnue.

» *Miocène*. — Ce terrain n'affleure qu'à une certaine distance de Tanger, dans le sud, où il recouvre en partie les terrains plus anciens dans les chaînes de montagnes du Tselfat, du djebel Outita et s'étend sous forme de bassin entre ces deux massifs.

» Il se compose à sa base de marne gréseuse remplie de grains de quartz; plus haut, la marne devient de plus en plus pure, jaunâtre et feuilletée. L'épaisseur totale du système est de plus de 200 mètres, mais les fossiles y sont rares. Dans la partie inférieure de l'étage, j'y ai cependant constaté, au défilé même de Bab-Tisra, de grands *Clypéastres* et de grands *Pectens* identiques à ceux du miocène algérien, des impressions végétales d'Algues, peut-être d'un genre voisin des Laminaires. Sur le sommet du Tselfat, la roche marno-calcaire contient des débris d'Échinides, tandis qu'au pied de la montagne les marnes schisteuses du même étage ne m'ont présenté que des Foraminifères de très-petite taille. La roche elle-même est remplie de paillettes de mica noir provenant probablement de la décomposition de roches trachytiques, et ce fait nous paraît un trait de ressemblance de plus du miocène marocain avec le miocène algérien.

» *Éocène*. — On peut rapporter à cet étage la série de marnes schisteuses, de grès schisteux, de grès calcaires, de grès siliceux, fins et compacts qui affleurent dans les régions du djebel Krani, près d'Alcassar, dans les envi-

rons de Basra, de Karriat el Habassi, du Bou Djemâna sur la rive droite du Sbou, de Lella Gellaya, de Sidi Yemani, de Souk Tléta Risâna et enfin dans les collines des environs d'El-Araich et spécialement dans celle de l'ancienne ville de Lixus. C'est entre ces limites que se rencontrent les *gisements* à *Nummulites*, à *Operculines* et à *Astéries*, dont nous avons trouvé une espèce fort belle et probablement nouvelle. La roche qui contient ces fossiles est gréso-calcaire et se trouve intercalée au milieu de grès compactes; plus rarement on y trouve des débris d'*Échinides*, des *Huîtres* et des *Peignes* (Hadkort). Le nummulitique a plus de 400 mètres de puissance, et ce n'est guère que vers sa partie supérieure qu'il contient des fossiles. A l'exemple de M. Coquand, je pense que les grès des environs de Tanger et du cap Spartel en font partie, parce que j'ai retrouvé ces grès immédiatement au-dessous des gisements à Nummulites, à 500 mètres sud-est des murs de l'ancienne ville de Lixus, près El-Araich, et au-dessus des marnes blanches à globigérines et à silex, que je regarde comme la limite du crétacé supérieur.

Terrain crétacé.

» Ce terrain a été reconnu aux environs de Tanger par M. Desguin (1) qui indique à Souani et à Meharaïn les fossiles suivants déterminés par M. Nyst : *Inoceramus, Ostrea syphax, O. Nicaisei, Globiconcha ponderosa, moules de Trigonies* et *Radiaires indéterminables*.

» J'ai visité ces mêmes gisements et la découverte de plusieurs nouveaux fossiles, parmi lesquels se trouvent *Hemiaster Fourneli, Ostica Mermeti, Fucus, Cardita,* me permet d'assimiler cet horizon à ceux de Bou Saâda, de Batna, de Boghar. Cet horizon, cénomanien supérieur, est surmonté de puissantes couches de schistes marneux de couleur grise, alternant avec de minces bancs calcaires ou gréseux très-ferrugineux, que l'on peut rapporter à la craie supérieure; car on y rencontre quelques rares Inocérames de grande taille, et la craie finit par des marnes schisteuses grises qui deviennent blanches par l'exposition à l'air. Ces marnes, très-développées à Ain-Dalia, moins nettes à Tanger, contiennent des fucoïdes et des myriades de globigérines de très-petite taille. C'est ainsi que se ferait le passage du crétacé au tertiaire. Ce dernier étage présente donc dès sa base un caractère bien différent du premier, car il est détritique, tandis que le crétacé indique généralement un dépôt de mer profonde. Entre les deux époques il s'est passé probablement un phénomène d'exondation que nous indique d'une part la craie à globigérines, d'autre part le grès éocène à empreintes

(1) *Études sur le Maroc*, p. 69.

ferrugineuses de plantes arborescentes que l'on trouve à Marchan, aux portes de Tanger. L'épaisseur totale de la craie moyenne et supérieure est probablement de plus de 400 mètres.

TERRAIN JURASSIQUE.

» Sous le miocène dont je viens de parler affleure au Tselfat et au col de Zeggota un puissant massif de calcaires compactes en dalles et de dolomies que leurs rares fossiles, *Belemnites*, *Pentacrines*, débris de baguettes de *Cidaris* me font prendre pour du jurassique supérieur. Cette opinion est confirmée par l'étude que j'ai pu faire du massif du Zerhoun et spécialement des environs du Kssar Faraoun où les roches jurassiques se trouvent à nu : ce sont encore là des calcaires en dalles épaisses de 20 centimètres et des dolomies, plus rarement des calcaires compactes piqués de grains irréguliers de quartz. Les fossiles n'y sont pas rares, et j'y ai recueilli une espèce d'*Ammonite*, des *Pleuromyes*, *Trigonies*, *Gervillies*, *Peignes*, *Ceromyes*, *Rhynchonelles*, *Térébratules*, *Nérinées*, *Pentacrines*, *Montlivaultia*, une baguette de *Cidaris* et un débris d'*Échinide*, qui m'a paru se rapprocher des *Glypticus* (?) Ici, comme sur les flancs du Tselfat, je pense que c'est l'étage corallien qui affleure et probablement sa partie supérieure. Telle est au moins la composition du corallien plus à l'est, vers Tlemcen, soit au point de vue lithologique, soit au point de vue paléontologique.

» Le jurassique est le terrain le plus ancien que j'aie pu constater sur les deux routes différentes que l'ambassade a prises à l'aller et au retour de Meknès. Nulle part il n'y a de traces de roches éruptives, quoique dans les poudingues pliocènes du marabout de Sidi Aïssa Bel Ahsen au sud d'Alcassar il existe des débris de roches serpentineuses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les caractères de la zone littorale dans la Manche, l'Océan et la Méditerranée.* Note de M. P. FISCHER, présentée par M. Milne Edwards.

« L'étude de la zone littorale est d'autant plus facile que les marées sont plus fortes, et l'on conçoit très-bien qu'il est possible d'établir de nombreuses subdivisions dans une zone qui atteint jusqu'à 12 mètres, comme dans la Manche. Mais, à mesure que l'on descend du nord au sud, en suivant le littoral de l'ouest de la France, la hauteur des marées décroît régulièrement; elle n'est plus que de $2^{m},8$ à Bayonne; par suite, les subdivisions si tranchées de la zone littorale de la Manche tendent à s'effacer; enfin, dans la Méditerranée, où les marées n'existent plus,

avons-nous un équivalent de la zone littorale? Quelques naturalistes l'ont supposé, en considérant une zone circonscrite entre le niveau de la mer et 3^{m},50 de profondeur comme représentative de la zone littorale des plages océaniques.

» Dans le but d'apporter quelques éléments à cette question, j'ai examiné la succession des animaux marins dans la zone littorale sur trois points éloignés : 1° dans la Manche, à Trouville (Calvados); 2° dans l'Océan, à Biarritz (Basses-Pyrénées); 3° dans la Méditerranée, au cap Martin, près Menton (Alpes-Maritimes); et, pour rendre la comparaison plus rigoureuse, j'ai choisi des localités pourvues de rochers sur lesquels les animaux et les plantes se fixent à des hauteurs déterminées.

» *A*. ZONE LITTORALE A TROUVILLE. — Voici, de haut en bas, les subdivisions de la zone. Les animaux y sont étagés dans cinq régions distinctes, dont quelques-unes peuvent même être scindées.

» 1° *Région des Littorines*. — Ces Littorines (*Littorina rudis*) s'élèvent à 2 ou 3 mètres au-dessus du flot. Elles vivent seulement dans l'atmosphère marine et sont mouillées lorsque la mer est très-agitée.

» 2° *Région des Balanes*. — Les *Balanus balanoides*, qui marquent les limites de cette région, sont larges, palmés, aplatis; à la partie inférieure de la région apparaissent les *Actinia equina*, et à limite inférieure les *Fucus*. Le *Lygia oceanica* court sur les rochers compris dans cette dvision.

» 3° *Région des Patelles*. — Elle se subdivise en deux étages : l'étage supérieur, dans lequel vivent les *Patella vulgata* et *Littorina littorea;* et l'étage inférieur, où l'on trouve, en compagnie de la même Patelle, le *Littorina obtusata*.

» 4° *Région des Moules*. — Elle peut, comme la précédente, être scindée en deux étages : le supérieur, avec *Mytilus edulis* et *Balanus balanoides* fistuleux, étroits, très-allongés; l'inférieur, avec le même *Mytilus edulis* et *Purpura lapillus*. A la limite inférieure de la région s'épanouissent quelques Actinies : *Tealia felina*, L. (*A. crassicornis*, Muller), *Sagartia troglodytes, etc.*

» 5° *Région des Halichondries*. — Ces éponges marquent la limite inférieure de la zone littorale et le commencement de la zone suivante, celle des Laminaires ou des Zostères.

» Cette classification diffère un peu de celle de MM. Audouin et Milne Edwards, à cause de l'existence de la région des Littorines qu'ils n'ont pas connue et qui correspond à la première sous-région de Forbes et Godwin-

Ansten, appelée *région terrestre* ou zone o par M. Vaillant. Ma deuxième région représente les deux premières zones d'Audouin et Edwards, et mes troisième, quatrième, cinquième régions sont comprises dans leur troisième zone.

» *B.* ZONE LITTORALE DE BIARRITZ. — A Biarritz je n'ai distingué que quatre régions :

» 1° *Région des Littorines.* — Le *Littorina rudis* de la Manche est remplacé ici par le *Littorina neritoides*, qui vit dans les mêmes conditions.

» 2° *Région des Balanes.* — Le *Balanus balanoides* et le *Lygia oceanica* caractérisent cette région, dans laquelle on trouve en outre une Patelle (*Patella punctata*), qui reste très-longtemps découverte.

» 3° *Région du Patella vulgata.* — Avec cette espèce, très-abondante, on trouve quelques autres Mollusques, entre autres le *Mytilus minimus*.

» 4° *Région du Patella tarentina.* — Cette espèce indique la limite inférieure de la zone littorale. Elle est appliquée sur les rochers, au voisinage de trous creusés par l'*Echinus lividus*.

» Ainsi, Biarritz diffère de la Manche par la substitution d'une espèce de Littorine dans la région supérieure et par la présence de trois espèces de Patelles, dont chacune indique une région distincte.

» *C.* ZONE LITTORALE AU CAP MARTIN. — Comme à Biarritz, je n'ai vu que quatre régions, mais leur hauteur est beaucoup moindre.

» 1° *Région des Littorines.* — Le *Littorina neritoides* dépasse de 2 mètres les limites supérieures du flot; il n'est mouillé que lorsque la mer est très-agitée.

» 2° *Région des Balanes.* — Cette région très-peu étendue est caractérisée par le *Balanus balanoides*, associé aux *Patella punctata*, *Actinia equina*, etc. Des Isopodes voisins des Lygies courent sur les rochers compris dans ces limites.

» 3° *Région du Patella tarentina.* — Cette région marque la limite supérieure du flux avec une mer tranquille; on y recueille les *Patella tarentina*, *Mytilus minimus*, *Pagurus misanthropus*, etc.

» 4° *Région des Troques.* — Elle est découverte dans le reflux; c'est ici qu'abondent les *Trochus Richardi*, *Lessoni divaricatus*, *fragarioides*, les *Ceritheum mediterraneum*, *Pollia maculosa*, etc., et quelques Actinies : *Anemonia sulcata*, *Bunodes* indéterminé : cette région est la limite inférieure de la zone littorale. Un peu au-dessous commence la zone des Laminaires, où l'on recueille des *Echinus lividus*, *Holothuria sanctori*, etc., dans les rochers; puis à partir de 3 ou 4 mètres de profondeur, on arrive sur les prairies

de Zostéracées dont la faune, très-riche, s'étend jusqu'à 18 à 20 mètres. Les Rhizomes de Zostéracées sont remplis d'animaux inférieurs, parmi lesquels je citerai des Sertulaires, des Bryozoaires (*Cellaria*, *Bicellaria*, *Mollia*, *Crisia*, *Sepralia*, *Tubulipora*, *Cellepora*, etc.), des Foraminifères (*Truncatulina lobatula*, *Polytrema miniacea*). Les *Polytrema* sont caractéristiques de la zone des Zostéracées, par leur abondance sur les racines et les feuilles qu'ils constellent de taches d'un rouge vif.

» Ainsi, le cap Martin ressemble à Biarritz par les espèces d'animaux cantonnées dans chaque région de la zone littorale : les *Littorina neritoides*, *Patella punctata* et *Patella tarentina* indiquent chacun un horizon particulier.

» De la comparaison de ces faits il résulte que la zone littorale présente sur tous les points une population zoologique analogue, mais qui est d'autant plus restreinte que les marées sont plus faibles. En effet, dans la Méditerranée, les espèces littorales doivent vivre dans un espace compris entre le flux et le reflux ; dans la Manche et dans l'Océan, à cet espace s'ajoute celui qui est compris entre les marées.

» Immédiatement au-dessous du flot, dans la Méditerranée commence la zone des Laminaires; il ne me paraît donc pas exact de considérer une première zone de $3^{m},50$ dans la Méditerranée, comme équivalant à la zone littorale de l'Océan.

» Un fait digne d'attention est la constance de la région littorale supérieure, ou région des Littorines, qui s'élève à 2 mètres au-dessus du flot, aussi bien dans la Méditerranée que dans l'Océan. Le genre Littorine étant représenté dans toutes les mers du globe, il est permis de supposer que la plupart de ses espèces sont échelonnées le long des rivages des continents, et qu'elles se substituent les unes aux autres en gardant toujours le même niveau.

» Je n'ai pas examiné comparativement les végétaux marins des diverses régions de la zone littorale sur des points éloignés, mais je crois que leur étude, à ce point de vue, serait très-instructive. Dans la Manche, les *Fucus* sont très-nettement superposés, mais ils m'ont paru être remplacés par d'autres végétaux dans la Méditerranée. »

M. CHASLES fait hommage à l'Académie, de la part de M. le prince Boncompagni, des numéros de décembre 1873 et janvier 1874 du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche*.

Il signale dans le premier une courte Note sur les Mémoires de M. Che-

lini relatifs à la Mécanique rationnelle, à la suite de laquelle se trouve la reproduction, avec *fac-simile*, d'une Lettre de Poinsot, adressée en 1839 à M. Chelini. A cette Note, M. Boncompagni en a joint quelques-unes relatives aux ouvrages de M. Chelini et de M. Poinsot, puis diverses autres relatives aux Lettres de Lagrange écrites en italien, insérées dans le *Bullettino* de mars 1873, et enfin l'indication d'un manuscrit de Boèce, possédé par Sir Thomson Phillipps, et la reproduction du passage de ce manuscrit relatif au pentagone étoilé. Le nom de Boèce me donne l'occasion de faire mention ici d'une dissertation fort étendue de M. G. Friedlein (écrite en latin) sur Hypsicle d'Alexandrie, et les deux livres sur les polyèdres réguliers que plusieurs historiens ont regardés comme pouvant être ceux mêmes que renferme la Géométrie de Boèce, dissertation qui remplit le *Bullettino* de novembre 1873. Le numéro de janvier est consacré à un écrit étendu sur la vie et les travaux scientifiques de Macquorn Rankine, relatifs particulièrement à la Thermodynamique.

M. T. Héna adresse une Note sur les blocs erratiques de la Bretagne, entre le 47e et le 48e degré de latitude nord (blocs du Morbihan) et entre le 48e et le 49e (blocs des Côtes-du-Nord et du Finistère).

M. J. Grolous demande l'ouverture de deux plis cachetés déposés par lui le 30 mai et le 2 juin 1874.

Le premier contient une étude sur les ramifications dans les végétaux.

Le second renferme l'énoncé d'une loi sur le rapport qui existe entre la surface d'un feuillage et la section du rameau qui porte ce feuillage.

M. C.-A. Nativelle adresse une Note sur la digitaline cristallisée qu'il a découverte. Il a apporté à son procédé primitif de préparation des modifications importantes qui permettront d'obtenir sans difficulté la nouvelle substance d'une pureté absolue et à un prix peu élevé.

A 5 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* 24 *à* 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :*

Pour Paris	**20 fr.**
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	**30 fr.**
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
A Agen	Allègre.
Amiens	Prévost-Allo.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Barassé. — Lachèse, Bellenvre et Cie.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Chaumas. — Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Berthelage.
Dijon	Lamarche.
Grenoble	Drevet.
Lille	Beghin. — Quarré.
Lorient	Mme Tiret.
Lyon	Beaud. — Palud.
Marseille	Camoin frères. — Bérard.
Montpellier	Coulet. — Seguin.
Nantes	Douillard frères. — Mme Veloppé.
A Nancy	Mlle Gonet. — Grosjean.
Nîmes	Giraud.
Orléans	Vaudecraine.
Poitiers	Létang.
Rennes	Hauvespre. — Verdier.
Rochefort	Boucard. — Valet.
Rouen	Lebrument. — Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe. — Ravel.
Toulouse	Gimet. — Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

	chez Messieurs :
A Metz	Ballet. — Rousselot. — Warion.
Mulhouse	Perrin.
Strasbourg	Derivaux. — Simon. — Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

	chez Messieurs :
A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq. — Muquardt.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Lebrun-Devigne.
Genes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Blanc, Imer et Lebat.
Leipsig	Brockhaus. — Dürr. — Voss.
Liége	Bonnameaux. — Gnusé.
Lisbonne	Silva junior et Cie.
Londres	Asher et Cie. — Dulau. — Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
Moscou	Gautier.
A Madrid	Bailly-Baillière. — Duran. — Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Mme Vve Moré. — Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bleggi.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Bonnier. — Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. — Mellier. — Wolff.
Trieste	Münster.
Turin	Bocca frères. — Mariotti.
Varsovie	Hösick. — Gebethner et Wolff.
Venise	Münster.
Vérone	Münster.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Orell, Füssli et Cie. — Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4° ; 1853. Prix . . . . 20 fr.

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4° ; 1870. Prix . . . . 20 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches .... 25 fr.

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches, 1861 .... 25 fr.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 15 Juin 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME LXXVIII.

N° 25 (22 Juin 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 JUIN 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

« M. **Dumas** fait connaître à l'Académie, au nom de la Commission du Phylloxera, que dans sa dernière séance celle-ci, après avoir constaté l'état très-avancé des recherches théoriques de ses délégués, s'est occupée de l'examen des diverses questions qu'elle aurait à étudier au point de vue pratique, dans le cours de la campagne actuelle. Elle a jugé que la première et la plus urgente consistait à provoquer les mesures de police agricole, absolument indispensables, pour la préservation des parties de la France dont les vignobles ne sont pas encore envahis.

» En conséquence, elle vient demander à M. le Président de désigner pour faire partie de la Commission quelques Membres de l'Académie qui, par leurs études antérieures ou par leur situation, puissent non-seulement lui prêter immédiatement un concours utile dans cette phase de son travail, mais aussi l'aider de leurs lumières dans les études pratiques dont elle aura dorénavant à apprécier les résultats.

» M. le Président, pour répondre au vœu de la Commission, désigne MM. Pasteur, Thenard, Bouley, comme Membres de la Commission du Phylloxera. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur la dissolution;* par M. **Berthelot.**

« 1. On enseigne, en général, que la dissolution des sels dans l'eau absorbe de la chaleur, et l'on assimile ce phénomène à la fusion des corps solides, l'une et l'autre donnant lieu à un travail de désagrégation, c'est-à-dire à une absorption de chaleur. Ce travail s'accomplirait, d'ailleurs, progressivement dans le cas de la dissolution, la chaleur absorbée croissant avec la dilution, c'est-à-dire à mesure que la proportion d'eau devient plus considérable. Il en est ainsi pour les hydrates salins et pour la plupart des sels anhydres formés par les alcalis, l'oxyde de plomb et l'oxyde d'argent, lorsqu'on opère à la température ordinaire.

» Cependant le fait de l'absorption de chaleur pendant la dissolution des sels est loin d'avoir la généralité qu'on lui attribue; le nombre des sels anhydres qui dégagent de la chaleur en se dissolvant, et cela en proportion souvent croissante avec la masse de l'eau, est peut-être encore plus grand que le nombre des sels qui se dissolvent conformément à la règle réputée normale. Je citerai comme exemple la plupart des sels anhydres formés par les terres alcalines, par les terres proprement dites et par les oxydes métalliques, les carbonates alcalins, presque tous les acétates anhydres, etc.

» 2. A première vue, on serait donc conduit à distinguer les sels en deux catégories : ceux dont la dissolution absorbe de la chaleur et ceux dont la dissolution en dégage; mais il y a de fortes raisons de penser que cette distinction est purement accidentelle, au moins pour les sels anhydres, et due aux conditions de température dans lesquelles nous étudions d'ordinaire les dissolutions salines : c'est ce que je vais établir.

» 3. Soit la formule générale qui exprime la chaleur dégagée par une réaction quelconque à une température T, comparée avec la chaleur dégagée à une autre température t,

$$(1)\qquad Q_T = Q_t + U - V.$$

Dans le cas où aucun des composants ou des composés, pris isolément, ne change d'état pendant l'intervalle $T - t$, elle se réduit à

$$(2)\qquad Q_T = Q_t + (\Sigma c - \Sigma c_1)(T - t) = Q_t + (c + c' - c_1)(T - t),$$

c étant la chaleur spécifique atomique du sel solide, c' celle de l'eau qui va le dissoudre et c_1, celle de la solution résultante, toutes ces chaleurs spécifiques étant des valeurs moyennes relatives à l'intervalle $T - t$.

» Or les observations de MM. Marignac, Thomsen, Schüller, Winkel-

mann sur les chaleurs spécifiques des solutions salines concourent à établir que la chaleur spécifique atomique d'une solution saline étendue est toujours inférieure à la somme de celles du sel anhydre et de l'eau qui le dissout. L'écart va croissant avec la dilution, en paraissant tendre vers une certaine limite, telle que la chaleur spécifique atomique des solutions étendues finit par être moindre que celle de l'eau seule qui les constitue.

» 4. J'exprimerai ces observations en écrivant : C la chaleur spécifique atomique du sel; nH^2O^2 la proportion d'eau qui en dissout 1 équivalent; $18n + K$ la chaleur spécifique de cette solution; $K < C$ et même < 0 pour les solutions étendues, d'après les remarques ci-dessus. La valeur absolue de K tendant vers une limite, quand n est très-grand, on peut encore écrire pour les solutions étendues

(3) $$U - V = (C - K)(T - t),$$

(4). $$K = C - \frac{(C + a)n}{n + b},$$

(5) $$U - V = \frac{(C + a)n}{n + b}(T - t),$$

a étant toujours > 0.

» Ces relations n'existent d'ailleurs d'une manière générale que pour les sels anhydres; les sels hydratés les présentent encore, lorsqu'ils ne contiennent qu'un petit nombre d'équivalents d'eau de cristallisation; tandis que les sels solides qui renferment un grand nombre d'équivalents d'eau combinés fournissent d'ordinaire des dissolutions, dont la chaleur spécifique atomique l'emporte sur la somme de celle des composants. Je reviendrai sur ces faits et sur leur interprétation; quant à présent, je me borne à envisager les sels qui n'ont contracté avec l'eau aucune espèce de combinaison préalable.

» Pour de tels sels, c'est-à-dire pour la dissolution des sels anhydres dans une grande quantité d'eau, la valeur $U - V$ est toujours positive; elle l'est aussi, dans la plupart des cas, pour la dilution des solutions salines concentrées.

» En effet, la *dilution* d'une liqueur renfermant 1 équivalent de sel et nH^2O^2, à laquelle on ajoute $n_1 H^2O^2$, donne lieu à une variation thermique

(6) $$U - V = \{(18n + K + 18n_1) - [18(n + n_1) + K_1]\}(T - t) = (K - K_1)(T - t),$$

K étant toujours $> K_1$. Cette expression se réduit sensiblement, dans le cas

où n est très-grand, d'après la formule (4), à

$$(7)\qquad U - V = (T - t)(C + a)b\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n + n_1}\right).$$

» Réciproquement, l'observation prouve que la valeur $U - V$ est ordinairement négative dans les réactions qui donnent lieu à la séparation d'un sel anhydre, préalablement dissous dans une grande quantité d'eau, telles que la cristallisation des solutions sursaturées d'un sel peu soluble, la coagulation de certains composés solubles ou pseudosolubles, enfin dans la plupart des précipitations opérées dans des liqueurs étendues.

» De là résultent des conséquences pareilles à celles que j'ai déjà eu occasion de développer à propos du mélange des liquides (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 99), mais qui présentent ici beaucoup plus d'importance.

» **5.** Si la *dissolution d'un sel anhydre dans une grande quantité d'eau*, à la température ordinaire, absorbe de la chaleur, cette absorption croîtra sans cesse, à mesure que la température initiale s'abaissera. Elle décroîtra, au contraire, à mesure que la température initiale deviendra plus haute. A une certaine température, la dissolution devra s'effectuer sans qu'il y ait ni absorption ni dégagement de chaleur. Au-dessus de cette température, la dissolution donnera lieu à un dégagement de chaleur, qui croîtra dès lors indéfiniment avec la température.

» En effet, d'après la formule (3) toute absorption de chaleur, Q_t, observée dans la dissolution d'un sel anhydre, en présence de beaucoup d'eau, à la température t, croîtra si $T < t$; mais elle décroîtra si $T > t$, et deviendra nulle pour

$$(8)\qquad T - t = \frac{Q_t}{C - K},$$

expression qui tend à se réduire à

$$(9)\qquad T - t = \frac{Q_t}{C + a},$$

quand n est très-grand. Au-dessus de T, il y aura un dégagement de chaleur, croissant indéfiniment avec la température.

» En résumé, l'*effet thermique de toute dissolution d'un sel anhydre qui absorbe de la chaleur*, en se dissolvant dans une grande quantité d'eau, doit *changer de signe* à une certaine température.

» J'ai vérifié ces conséquences par expérience, pour un certain nombre de sels, et je montrerai que la température T, calculée d'après la formule

précédente, répond, dans presque tous les cas, à un certain degré, auquel il est réellement possible d'effectuer la dissolution du sel anhydre dans l'eau, en opérant sous une pression convenable. Les variations de la chaleur spécifique des solutions salines étendues avec la température ne paraissent pas de nature à modifier ces conclusions, parce qu'elles sont très-faibles et précisément du même ordre que celles de l'eau, et cela au moins jusqu'à 100 degrés, comme je le prouverai, et même probablement bien au delà.

» 6. Les mêmes déductions sont applicables, en sens inverse, à toute dissolution d'un sel anhydre dans une grande quantité d'eau, qui dégage de la chaleur à la température ordinaire t. En effet, ce dégagement croîtra si $T > t$, décroîtra si $T < t$, deviendra nul pour $T = t - \frac{Q_t}{C - K}$. Plus bas, il y aura absorption de chaleur. Ces conséquences peuvent être vérifiées sur divers sels; mais, en fait, elles n'offrent pas la même généralité que les précédentes, parce que la température calculée pour le renversement du signe thermique de la dissolution tombe le plus souvent au-dessous du point de congélation.

» 7. *Cristallisation, précipitation.* — Mêmes conclusions, mais en sens inverse, pour la *séparation d'un sel anhydre* (ou peu hydraté) dans une solution, par *cristallisation*, *coagulation* ou *précipitation*, toutes les fois que la proportion du sel dissous était peu considérable avant sa séparation. En effet, la relation $U - V < 0$ se vérifie d'ordinaire dans cette circonstance. On pourrait d'ailleurs la déduire de la formule (4). Soit $m + 1$ équivalents d'un sel anhydre dissous dans $n(m + 1)H^2O^2$: séparons 1 équivalent du sel à l'état solide, nous aurons

$$(10) \qquad U - V = -\frac{(C + a)n}{n + b}.$$

» Je donnerai des expériences à l'appui de cette conclusion, c'est-à-dire du renversement du signe du phénomène thermique (sulfate de chaux, de strontiane, etc.).

» 8. *Dilution.* — On arrive encore aux mêmes conclusions générales, d'après la formule (6), pour la *dilution* d'une solution saline, toutes les fois que $K - K_1 > 0$, relation de fait qui est très-générale. En effet, la chaleur absorbée à la température ordinaire Q_t décroît à mesure que la température s'élève et devient nulle pour

$$(11) \qquad T - t = \frac{Q_t}{K - K_1}.$$

Au delà, il y a dégagement de chaleur.

» La valeur de $T - t$ est d'autant plus forte, en général, que la valeur $K - K_1$ est plus petite, c'est-à-dire que la dilution initiale est plus grande; pour les liqueurs très-étendues, elle ne tarde pas à tomber en deçà des limites réalisables par expérience.

» Réciproquement, s'il y a chaleur dégagée dans la dilution, elle diminuera, puis s'annulera, par un abaissement convenable dans la température.

» Je fournirai des exemples réels de ces divers effets (solutions acides et alcalines, etc.).

» 9. D'après les relations théoriques et expérimentales que je viens de développer, la dissolution d'un sel anhydre dans une grande quantité d'eau, aussi bien que la dilution des solutions salines concentrées, et la séparation inverse d'un sel anhydre dans une liqueur étendue, par cristallisation ou précipitation, ne sont pas caractérisées, en principe, par la valeur absolue, ni même par le signe thermique de la chaleur dégagée, cette valeur et ce signe changeant avec la température à laquelle on opère.

» *La dissolution, la dilution, la séparation par cristallisation ou précipitation des sels anhydres, sont au contraire caractérisées en principe par la relation des chaleurs spécifiques, relation* commune aux sels qui dégagent de la chaleur en se dissolvant dans l'eau à la température ordinaire, comme à ceux qui en absorbent.

» Elle est *précisément opposée à la relation qui caractérise la fusion.* En effet, la chaleur spécifique d'un corps fondu est toujours plus grande que celle du corps solide; tandis que la chaleur spécifique d'un système dissous, composé avec l'eau et un sel anhydre, est presque toujours inférieure à celle du système initial. Le travail intérieur, que la chaleur doit effectuer pour produire une variation donnée de température, offre donc un caractère très-différent et en quelque sorte opposé dans les deux cas.

» Il s'agit maintenant d'appuyer ces déductions théoriques par des expériences sur la dissolution, la cristallisation, la précipitation et la dilution.

I. Dissolution.

» 1. En principe tout sel anhydre, disons-nous, dégage ou absorbe de la chaleur pendant sa dissolution dans une grande quantité d'eau, suivant la température à laquelle on opère. J'ai cherché d'abord à vérifier le renversement du signe thermique du phénomène sur des corps tels, que cette inversion ait lieu dans les limites de température où nous avons coutume d'exécuter nos mesures calorimétriques.

» 2. Tel est le sulfate de soude anhydre. J'ai trouvé qu'une partie en poids de ce sel, dissoute dans 50 parties d'eau à $+ 21°,5$ dégage de la chaleur : soit pour la réaction

$$SO^4Na(71^{gr}) + 200H^2O^2(3600^{gr}) : + 0^{Cal},390.$$

» Calculons la température à laquelle ce corps doit se dissoudre sans dégagement de chaleur; la chaleur spécifique atomique du sel solide étant $\frac{16,5}{1000}$; celle du système initial sera $\frac{3600+16,5}{1000} = 3,6165$.

» Pour calculer celle du système final, nous possédons trois données : d'après les formules empiriques de M. Schüller, la chaleur spécifique de la solution précédente étant égale à 0,9835, la chaleur spécifique atomique sera 3,611;

» D'après M. Marignac, la chaleur spécifique de la solution étant 0,9805, la chaleur spécifique atomique sera 3,5995.

» Enfin les nombres de M. Thomsen, relatifs à la chaleur spécifique de solutions de sulfate de soude, sont notablement plus faibles que les précédents; ils fournissent par interpolation les valeurs 0,976 et 3,583.

» On aura donc pour la valeur de la fonction $U - V$ et pour la température d'inversion T :

D'après Schüller : $\frac{1}{1000}\,5,5\,(T-t)$.......... $T = -51°$
D'après Marignac : $\frac{1}{1000}\,17\,(T-t)$......... $T = -1°,4$
D'après Thomsen : $\frac{1}{1000}\,33,5\,(T-t)$........ $T = +9°,9$

La température de l'inversion du phénomène serait inaccessible d'après la première donnée, car elle tomberait au-dessous du degré de congélation; mais il y aurait quelque espoir de l'atteindre, d'après les deux autres données.

» J'ai fait trois expériences, l'une à $+ 3°,0$; l'autre à $+ 3°9$, la dernière à $+ 2°,5$. J'opérais avec 500 grammes d'eau, dans un calorimètre plongé au sein d'une enceinte entourée de glace; le thermomètre indiquait les deux centièmes de degré. Les trois expériences ont toutes indiqué une légère absorption de chaleur. Les deux dernières, qui ont été conduites avec le plus d'attention, ont donné, pour la chaleur absorbée dans la dissolution d'un équivalent de sel, 71 grammes :

1er essai à $3°,9$: $- 0,073$ ($10^{gr},465$ sel $+ 500^{gr}$ eau),
2e essai à $2°,5$: $- 0,117$ ($12^{gr},340$ sel $+ 500^{gr}$ eau).

Soit, pour $SO^4Na + 200H^2O^2$, la moyenne : $- 0,095$, la limite des erreurs d'observation étant $\pm 0,040$ à peu près.

» Je conclus de ces observations que la dissolution du sulfate de soude anhydre dans cinquante fois son poids d'eau, à + 3°, absorbe de la chaleur; tandis qu'elle en dégage à + 21°,5.

» La valeur de U — V pour 1 degré, calculée d'après ces nombres, serait égale à $\frac{26,3}{1000}$; valeur intermédiaire entre celles de MM. Thomsen et Marignac. Enfin la température de l'inversion, à laquelle la dissolution s'effectue sans dégagement ni absorption de chaleur, sera égale à + 7° environ.

» Les valeurs numériques qui précèdent sont trop difficiles à déterminer pour que j'ose en garantir le chiffre absolu; mais je les regarde comme démontrant suffisamment le fait fondamental que je me proposais d'établir, je veux dire l'inversion du signe thermique de la dissolution du sulfate de soude anhydre.

» 3. J'ai également expérimenté sur un autre sel, le carbonate de potasse cristallisé : CO^3K, $1\frac{1}{2}HO$. Bien que ce sel soit hydraté, comme le montre la formule précédente (que j'ai d'ailleurs vérifiée moi-même), cependant le calcul établit que sa dissolution doit s'opérer tantôt avec absorption, tantôt avec dégagement, dans les limites accessibles à nos expériences. Seulement il offre un exemple opposé au sulfate de soude, car il se dissout avec froid à la température ordinaire.

» J'ai trouvé à + 17°,6, en dissolvant 1 partie de sel dans 40 parties d'eau, que :

$$CO^3K, 1\tfrac{1}{2}HO + 180\,H^2O^2 \text{ absorbent} \ldots \quad -0,122.$$

Cette valeur est assez faible pour qu'on puisse espérer en voir changer le signe par une élévation convenable dans la température initiale.

» J'ai fait quatre expériences, à l'aide d'un calorimètre placé dans une étuve, vers la température de 32 degrés, l'une avec 500 grammes d'eau et 11,9 grammes de sel; l'autre avec 13 grammes de sel; une autre avec 25gr,3; une dernière, en ajoutant 26 grammes de sel à la solution qui en contenait déjà 13. Ces quatre essais ont tous indiqué un dégagement de chaleur. Les expériences faites avec 13 grammes et 11gr,9, les seules dont on puisse tirer la moyenne, ont donné + 0,100 et + 0,140. Je regarderai comme applicable à la réaction, vers + 32°,

$$CO^3K\,1\tfrac{1}{2}HO + 180\,H^2O^2; \quad \text{la moyenne} \quad + 0,120.$$

C'est un nouvel exemple de l'inversion du signe thermique de la dissolution. Le point nul doit être voisin de 25 degrés.

» 4. J'ai encore examiné la dissolution du chlorure de sodium à

+ 86 degrés, dans une étuve appropriée. La mesure de la chaleur dégagée est fort difficile, et j'en garantis plutôt le signe et la petitesse que la valeur absolue. J'ai trouvé, pour $NaCl + 15H^2O^2$, environ — 0,090.

» La chaleur absorbée par cette même dissolution, à la température ordinaire, 15 degrés, est à peu près neuf fois aussi considérable et voisine de — 0,800. La variation U — V peut être déduite des mesures de chaleurs spécifiques effectuées sur les solutions de chlorure de sodium, par MM. Marignac, Thomsen et Winkelmann : ces mesures discordent d'un centième environ, quantité fort petite au point de vue des chaleurs spécifiques, mais fort importante pour la mesure de U — V. D'après la moyenne de ces auteurs, on peut poser $U - V = 8(T - t)$; ce qui fait entre 15 et 86 degrés + 0,640, et pour 86 degrés : — 0,160 au lieu de — 0,090. La concordance peut être regardée comme satisfaisante. Je dois ajouter que la diminution de la chaleur de dissolution du chlorure de sodium avec la température était déjà indiquée par les expériences de M. Winkelmann faites jusqu'à 50 degrés. Quoique la dissolution du chlorure de sodium donne encore lieu à une absorption de chaleur à 86 degrés, cependant celle-ci est si petite qu'il est permis d'admettre qu'elle deviendrait nulle un peu plus haut, au voisinage de 100 degrés.

» J'ajouterai que l'expérience précédente peut être citée pour montrer que la variation des chaleurs spécifiques des solutions salines étendues jusque vers 100 degrés est du même ordre que celle de l'eau elle-même ; car le moindre excès se traduirait par une différence considérable dans le terme U — V, et par suite dans la chaleur absorbée.

» 5. Des calculs analogues montrent que la dissolution de presque tous les sels anhydres dans une grande quantité d'eau aurait lieu avec dégagement de chaleur à une température suffisamment haute, mais supérieure d'ordinaire à 100 degrés. Par exemple

KCl dissous dans $100 H^2O^2$ devra produire un effet nul vers			.....	130 degrés.
AzO^6Na	»	»	.....	160 »
AzO^6K dans $200 H^2O^2$	»	»	.....	200 »

et c'est là l'une des valeurs les plus élevées données par le calcul, etc.

» Il ne faudrait pas croire qu'il s'agisse ici de phénomènes fictifs et non réalisables. Dissoudre un sel, tel que le chlorure de potassium ou l'azotate de soude, à 130, 160, à 200 degrés, est une opération facile, à la condition d'empêcher l'ébullition de l'eau par une pression convenable ; nous effectuons fréquemment en Chimie des expériences de cette nature dans les tubes

fermés à la lampe, jusqu'à 300 et même 400 degrés. Mais la mesure de la chaleur dégagée dans ces conditions paraît impraticable; ce qui augmente l'intérêt et la portée des expériences faites entre zéro et 30 degrés, lesquelles confirment pleinement la théorie générale. Je vais en fournir d'autres preuves. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Présentation de quelques spécimens de photographies solaires obtenues avec un appareil construit pour la mission du Japon;* par M. **J. Janssen**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques spécimens de photographies du Soleil, obtenues avec un intrument construit tout récemment et qui est destiné à la mission que je dois conduire au Japon.

» L'Académie sait quelle est aujourd'hui l'importance des applications de la Photographie à l'Astronomie. Parmi ces applications, celles qui se rapportent au Soleil occupent incontestablement la première place, en raison de l'immense importance des notions que peuvent nous fournir la comparaison d'images journalières et fidèles de cette surface solaire, siége de phénomènes si grandioses, si rapides, si mystérieux encore, et qui, cependant, enferment les secrets de la physique de notre système. J'avoue même que, quand je considère le nombre et l'importance des notions qui résulteraient de ces études, je suis profondément étonné qu'une branche si féconde de l'Astronomie soit aussi délaissée chez nous. A ce sujet, il est juste de rappeler que notre éminent confrère M. Faye a, depuis bien longtemps déjà, appelé l'attention des astronomes sur l'importance et l'avenir de ces applications de la Photographie. En 1858, M. Faye, en présentant à l'Académie une magnifique photographie de l'éclipse du 15 mars, obtenue par MM. Porro et Quinet, avec la grande lunette de Porro, montrait l'importance du résultat et conviait les astronomes à suivre cette voie si féconde. Cependant c'est à l'étranger que la Photographie céleste a été presque exclusivement cultivée.

» M. Warren de la Rue, en Angleterre, lui donna une impulsion qui fit honneur à sa nation. Ses magnifiques travaux sur la Lune reçurent de notre Académie la juste récompense du prix *Lalande*. A Kew, M. Warren de la Rue fonda un Service de Photographie solaire qui a fourni à l'Astronomie une importante série; cette série, en ce moment même, se mesure à ses frais et par ses soins. Depuis, l'Amérique, l'Allemagne, la Russie, l'Italie, etc., sont entrées à leur tour dans la nouvelle carrière.

» Pour ne citer qu'un exemple, je rappellerai les photographies de la Lune de M. Rutherfurd, qui ont excité, à leur apparition, une si juste admiration.

» Pour moi c'est l'observation du passage de Vénus qui a attiré plus spécialement mon attention sur cette branche si féconde et si délaissée chez nous. Tout en emportant un des appareils photographiques que la Commission donne à ses missionnaires, je désirerais faire des photographies plus comparables à celles des observateurs des autres nations, qui tous ont adopté le principe des grandes images.

» Pour obtenir ce résultat, l'instrument tout entier était à créer. Je n'aurais pu y parvenir en si peu de temps sans le concours si complet de M. Prazmowski, dont l'habileté et la science en optique sont bien connues, et si je n'avais eu en outre l'aide d'un habile opérateur en Photographie, M. Arents.

» Pour le calcul de l'objectif, on commença par se procurer les spectres photographiques des matières flint et crown, qui devaient le former. L'étude de ces spectres montra sur quels rayons devait porter l'achromatisme, et servit de base à M. Prazmowski pour le calcul des courbures. Après la construction de plusieurs objectifs d'essai, nous avons obtenu un objectif de 5 pouces d'ouverture et de 2 mètres de foyer, qui donne, après grandissement par un oculaire, les photographies que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Le temps ne me permet pas aujourd'hui d'entrer dans les détails de la construction et des précautions qui sont prises pour la mesure des images et la correction des déformations possibles : ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

MÉCANIQUE. — *Sur un cas spécial du viriel;* par M. **R. Clausius.**

« Les *Comptes rendus* du 8 juin contiennent une Note intéressante de M. Lucas, dans laquelle ce savant distingué considère un système matériel réalisant les conditions d'un équilibre stable et primitivement en repos, mais dont le repos a été ensuite troublé par une cause passagère, de façon que le système se trouve actuellement dans un état de mouvement, en vertu duquel chaque point s'agite dans le voisinage de sa position primitive.

» En appelant *travail morphique* le travail qui a été nécessaire pour donner à chaque point l'écart qu'il présente à l'instant considéré, relativement

à sa position primitive, M. Lucas énonce le théorème suivant : *La demi-force vive moyenne est égale au travail morphique moyen.*

» Qu'il me soit permis de dire quelques mots sur la relation qui existe entre ce théorème et celui que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie en juin 1870, à savoir : *la force vive moyenne est égale au viriel,* le terme *force vive* désignant ici la même quantité que celle que M. Lucas nomme *demi-force vive.*

» Les hypothèses faites par M. Lucas, relativement aux forces qui agissent sur les points du système, quand ceux-ci sont écartés de leurs positions primitives, renferment une condition mathématique très-simple.

» Soient $a, b, c; a_1, b_1, c_1, \ldots$ les coordonnées primitives et $a+x, b+y, c+z; a_1+x_1, b_1+y_1, c_1+z_1, \ldots$ les coordonnées actuelles de points M, $M_1, \ldots$ et X, Y, Z; $X_1, Y_1, Z_1, \ldots$ les composantes des forces qui agissent sur les points dans leurs positions actuelles ; alors chacune de ces composantes s'exprimera par une fonction homogène du premier degré des quantités $x, y, z; x_1, y_1, z_1, \ldots$, et, par conséquent, la fonction de force ou l'*ergiel* U, dont M. Lucas suppose l'existence, s'exprimera (abstraction faite de la constante arbitraire que l'on peut faire égale à zéro) par une fonction homogène du second degré de ces mêmes quantités. Il suit de là que l'on peut poser

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2}\left(\frac{dU}{dx}x + \frac{dU}{dy}y + \frac{dU}{dz}z + \frac{dU}{dx_1}x_1 + \ldots\right) \\ &= -\tfrac{1}{2}(Xx + Yy + Zz + X_1 x_1 + \ldots). \end{aligned}$$

» En prenant les valeurs moyennes des deux membres de cette équation, on peut encore mettre $a+x, b+y, c+z, a_1+x_1, \ldots$ à la place de $x, y, z, x_1, \ldots$, sans changer la valeur du second membre, parce que chacune des composantes X, Y, Z, $X_1, \ldots$ et, par suite, chacun des produits Xa, Yb, Zc, $X_1 a_1, \ldots$ a la valeur moyenne zéro. L'équation exprime donc que, dans le cas spécial considéré, l'ergiel moyen est égal au viriel.

» Comme l'ergiel représente le travail morphique de M. Lucas, il s'ensuit que la valeur moyenne de ce travail peut, dans ce cas spécial, remplacer le viriel dans mon théorème.

» J'ai déjà énoncé, à une autre occasion (1), que, dans certains cas spé-

(1) Sur la réduction du second principe fondamental de la théorie mécanique de la chaleur à des principes généraux de Mécanique (*Bulletin de la Société rhénane des sciences naturelles et médicales*, p. 180, 1870; *Annales de Poggendorff*, t. CXLII, p. 450; traduit en anglais dans le *Philosophical Magazine*, 4e série, t. XLII, p. 161).

ciaux, le viriel est proportionnel à l'ergiel moyen. Si, par exemple, les seules forces qui agissent dans un système de points matériels sont les attractions mutuelles de ces points entre eux, et que ces attractions soient proportionnelles à la $n^{ième}$ puissance de la distance, le viriel est égal à l'ergiel moyen, multiplié par $\frac{n+1}{2}$. »

MÉCANIQUE ET THERMODYNAMIQUE. — *Théorie du choc des corps, en tenant compte des vibrations atomiques;* par M. A. Ledieu.

§ I. — Observations relatives a des Communications récentes de MM. Resal et Darboux sur le choc des corps, et but de cette Note.

« Dans les *Comptes rendus* du 19 janvier 1874, M. Resal a donné, avec son habileté ordinaire, la solution d'un point important de la théorie du choc de deux corps élastiques, de grandeur et de forme quelconques. Depuis, M. Darboux s'est proposé de traiter le même sujet d'une manière différente, en partant du principe des forces vives qu'il a adapté, avec les modifications convenables, au cas où les forces sont remplacées par des *impulsions*.

» L'analyse de M. Darboux, qu'on trouvera aux *Comptes rendus* du 18 mai 1874, est pleine d'élégance. Elle renferme, en outre, l'énoncé de plusieurs propositions curieuses.

» La question même dont il s'agit peut se résumer ainsi :

» I. Dans le choc de deux corps *élastiques*, la somme algébrique des vitesses de chaque point de contact, relatives au commencement et à la fin du choc et estimées suivant la normale commune, est la même pour les deux corps.

» II. Cette somme est égale au double de la vitesse commune normale que possèdent les deux points de contact à l'instant où la compression mutuelle atteint son maximum.

» III. Les impulsions normales correspondant aux deux parties du choc séparées par ledit instant sont égales entre elles.

» Pour bien apprécier la nécessité des développements que comportent les démonstrations de MM. Resal et Darboux, et examiner dans quelle condition on pourrait les simplifier, il est nécessaire de mettre en évidence toutes les hypothèses qui y sont introduites plus ou moins explicitement, savoir :

» 1° Il est fait abstraction du frottement pendant le choc, c'est-à-dire

qu'on considère comme n'ayant d'action que les impulsions estimées suivant la normale commune aux deux corps.

» 2° Pendant la durée du phénomène, cette normale conserve la même direction ; de plus, ce sont les mêmes points qui demeurent en contact, et enfin les atomes de chacun des corps ne subissent, les uns par rapport aux autres, que des déplacements négligeables : tout ceci revient, en définitive à regarder les corps comme rigides et immobiles dans l'espace pendant ladite durée, bien que les variations, tant en grandeur qu'en direction, que les déplacements atomiques, si restreints qu'ils soient, déterminent dans les actions moléculaires ainsi que dans les vitesses des divers points des systèmes, prennent des valeurs considérables.

» 3° De l'hypothèse de rigidité, il résulte que les vitesses considérées sont, en fait, les vitesses d'*ensemble* (§ II), et non *réelles*, des divers points des systèmes.

» 4° Les corps sont supposés parfaitement *élastiques*.

» La condition d'*élasticité* a été introduite dans les démonstrations dont il s'agit en égalant les forces vives d'*ensemble* totales des deux corps avant et après le choc. Or nous verrons au § VI que cette égalité exige, outre la constance des températures, que la somme tant des *énergies potentielles* des deux corps que de ce que nous appelons le *potentiel au contact* redevienne la même à la fin qu'au commencement de la collision. Comme ces diverses quantités sont indépendantes les unes des autres, il faut et il suffit que chacune d'elles repasse par sa valeur primitive à la fin du choc. Cela a lieu lorsque les corps reprennent à ce moment la même disposition intérieure qu'au début, et de plus que leurs points qui s'actionnent mutuellement se trouvent dans les mêmes positions relatives. Cette double condition n'entraîne ni que la disposition intérieure de chacun des deux corps demeure constante pendant toute la durée de la collision, ni que les positions relatives des points en question, et conséquemment les actions moléculaires correspondantes, soient identiques deux à deux pour les divers instants des deux périodes qui, comptées du moment de la plus grande compression, s'étendent jusqu'au commencement du choc d'une part et jusqu'à la fin de l'autre. Toutefois, les deux démonstrations dont nous nous occupons renferment, d'après ce que nous venons de dire plus haut en 2°, la première de ces deux hypothèses, *mais aucunement la seconde*. Or c'est de cette dernière circonstance que résulte tout le développement que nécessitent lesdites démonstrations.

» Et en effet, si, à l'instar de certains auteurs, on admettait la seconde

hypothèse dont il s'agit comme caractérisant aussi l'*élasticité*, les propositions qui nous occupent se démontreraient d'une manière élémentaire.

» La proposition III résulterait tout de suite de cette seconde hypothèse. Puis on aurait recours, comme le fait implicitement M. Darboux, p. 1424 du numéro des *Comptes rendus* qui renferme sa démonstration, à la proposition suivante, qui se déduit très-simplement des théorèmes connus concernant les quantités de mouvement projetés sur un axe, et leurs moments par rapport à un autre axe, et de la considération que le mouvement d'un solide invariable peut toujours se ramener à une translation et une rotation :

» *Soit donné un système rigide dans une position déterminée et soumis à l'action d'une force variable ou non en grandeur et en direction. Si la durée de cette action est assez courte pour qu'on puisse regarder le corps comme immobile pendant cette durée, la projection sur un axe quelconque de la vitesse gagnée ou perdue par chacun des points du système est indépendante du mouvement initial de celui-ci.*

» De cette proposition, on tirerait que les différences entre la vitesse normale commune aux deux points de contact, et les vitesses normales que chacun de ceux-ci possède au commencement et à la fin du choc, sont égales entre elles; et de là on conclurait naturellement les propositions II et I. En y regardant de plus près, on voit même qu'il ne serait plus nécessaire alors de considérer comme nulles les actions moléculaires tangentielles.

» En tout état de cause, les savantes Communications de MM. Resal et Darboux ne traitent qu'un point du problème général du choc, plutôt intéressant en lui-même qu'utile pour la Mécanique industrielle. Elles ont, néanmoins, réveillé l'attention des géomètres sur ce problème si important. Comme j'avais commencé à m'occuper de la question dans son ensemble au point de vue de la Thermodynamique, j'ai cru le moment opportun pour mettre la dernière main à mon travail, et pour le soumettre à l'Académie.

» Dans son *Traité de Mécanique des corps solides*, Coriolis donne, p. 105 et suivantes, la théorie du choc, en tenant compte de l'existence d'ébranlements moléculaires à la fin de la collision ; mais, pour être d'accord avec les idées actuelles sur la chaleur, il faut supposer l'existence de vibrations atomiques pendant toute la durée du phénomène. D'ailleurs, l'étude de Coriolis n'est pas complète, et laisse à désirer en quelques endroits qui ne paraissent pas d'une clarté suffisante. Il importe donc de reprendre *ab ovo* cette question capitale, *en y introduisant la considération des vibrations atomiques*, envisagées au point de vue desdites idées. Je suivrai pour ce

travail la méthode adoptée par Coriolis, méthode qui se distingue par l'originalité magistrale de ce puissant esprit, et par son profond sentiment philosophique des principes fondamentaux de la Dynamique.

§ II. — Relation générale entre les quantités de mouvement gagnées ou perdues par tout corps choqué, et les impulsions dues aux actions moléculaires génératrices du choc.

» Le lecteur devra, au préalable, se reporter à nos Communications antérieures de Thermodynamique insérées dans les *Comptes rendus* des 14, 21 et 28 juillet 1873, lesquelles renferment les définitions mathématiques ainsi que diverses propositions relatives aux expressions *solide fictif*, *mouvement* et *repos d'ensemble* d'un système matériel, *vitesses réelles* v, *vitesses d'ensemble* A, et *vitesses vibratoires* a des divers points du système. De plus, dans ce qui suit, nous désignerons par :

P l'expression générale des forces extérieures ordinaires, telles que la pesanteur, les poussées ou les tractions, etc., appliquées au corps;

Q l'expression générale de la résultante sur chaque atome du corps choqué des actions moléculaires qui s'exercent entre le corps choqué et le ou les corps choquants, et qui ne se manifestent que quand le rapprochement devient intime;

p, q les chemins décrits respectivement par les points d'application des différentes forces qui précèdent;

Φ l'énergie potentielle du corps considéré.

» Nous conviendrons d'ailleurs, une fois pour toutes, de représenter les projections de toute quantité, force, chemin, ou vitesse, sur l'axe des x, des y ou des z, par la lettre qui lui convient affectée de l'indice x, y ou z.

» L'application du théorème de d'Alembert et du principe des mouvements virtuels (*) donne :

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\left(\Sigma m \frac{dv_x}{dt}\,\delta x + \frac{dv_y}{dt}\,\delta y + \frac{dv_z}{dt}\,\delta z\right) \\ &\quad = \Sigma \mathrm{P}\cos(p,\mathrm{P})\,\delta p + \Sigma \mathrm{Q}\cos(q,\mathrm{Q})\,\delta q + \delta\Phi. \end{aligned} \right.$$

» Cette équation est générale. Pour l'appliquer au cas de la collision d'un corps par un ou plusieurs autres, il faut commencer par définir mathéma-

(*) L'expression de *mouvements virtuels* est bien plus plausible que celle de *vitesses virtuelles* généralement employée dans les ouvrages classiques. Elle évite du reste toute ambiguïté, surtout dans les questions où il y a à considérer de *véritables* vitesses de différentes espèces.

tiquement ce que c'est qu'un *choc*. Deux corps peuvent se rencontrer avec des vitesses relatives plus ou moins grandes pour ceux de leurs points qui viennent en *contact physique*, c'est-à-dire qui se rapprochent assez pour que leurs actions moléculaires réciproques prennent une valeur comparable à celle des actions moléculaires intérieures. Lorsque lesdites vitesses relatives sont nulles, il y a simplement *poussée* ou *traction* d'un des corps sur l'autre. D'ailleurs, ces vitesses restant nulles, l'intimité du contact peut augmenter, et alors il y a *refoulement* ou *compression*; mais, dès qu'elles cessent d'être nulles, il y a *choc* ou *collision*. *La durée du choc* s'entend du temps pendant lequel les actions moléculaires de deux corps se font sentir de l'un à l'autre.

» Le problème du choc ne se prête à une solution abordable que dans la *double hypothèse fondamentale* où les corps qui se rencontrent, ou au moins celui dont on veut étudier le mouvement, peuvent être regardés pendant la durée du phénomène comme invariables de *disposition intérieure* et de *position d'ensemble* dans l'espace, bien que les vitesses d'ensemble de ses différents points puissent varier considérablement tant en grandeur qu'en direction.

» Dans tous les autres cas, comme celui de masses fluides, ou même de corps mous *qui se déforment sensiblement* pendant la collision, la question ne peut plus être résolue, au moins d'une manière générale, à cause de sa complexité. Hâtons-nous d'ajouter que la double hypothèse où nous nous plaçons suffit pour traiter toutes les questions de l'espèce qui peuvent se présenter en Mécanique industrielle.

» Si nous choisissons le mouvement virtuel, qui est, on le sait, complétement arbitraire, de façon à n'amener aucun déplacement dans les positions respectives qu'occupent les atomes du corps à un moment quelconque de la collision, on aura évidemment $\delta\Phi = 0$. Donc déjà l'équation (1) devient, pour le moment considéré,

$$(2)\qquad \Sigma m \frac{dv_x}{dt}\delta x + \frac{dv_y}{dt}\delta y + \frac{dv_z}{dt}\delta z = \Sigma \mathrm{P}\cos(p,\mathrm{P})\delta p + \Sigma \mathrm{Q}\cos(q,\mathrm{Q})\delta q.$$

» Par ailleurs, quel que soit le mouvement virtuel choisi, l'axe instantané de rotation et de glissement relatif à ce mouvement et considéré comme attenant au corps gardera, en vertu de la seconde partie de notre double hypothèse fondamentale, pendant tout le temps du choc, une position invariable dans l'espace. D'un autre côté, par suite de la première partie de cette même hypothèse, c'est-à-dire par suite de l'invariabilité de la dis-

position intérieure, les distances par rapport audit axe des divers atomes du corps, pendant le temps en question, ne changeront que de quantités négligeables, comme égales au plus à l'étendue de leurs vibrations. Ceci, soit dit en passant, revient à considérer, pendant toute la durée de la collision, le corps comme se confondant avec un quelconque de ses solides fictifs relatifs à un des moments de cette durée, ce solide fictif étant d'ailleurs immobile dans l'espace pendant le même temps.

» En tout état de cause, si aux divers instants de la durée du choc le mouvement virtuel, choisi d'ailleurs comme il a déjà été convenu parmi ceux qui n'amènent aucun changement dans les distances respectives des atomes du corps, correspond à un même axe de rotation et de glissement ayant une position fixe et déterminée dans l'espace, on pourra supposer δx, δy, δz constants pendant le temps du phénomène. Dès lors, en intégrant l'équation (2) entre *deux instants quelconques de ce temps*, il viendra

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned}&\Sigma m[(v_{1,x}-v_x)]\,\delta x+\Sigma m(v_{1,y}-v_y)\,\delta y+(v_{1,z}-v_z)\,\delta z\\&\quad=\Sigma\delta q\int \mathrm{Q}\cos(q,\mathrm{Q})\,dt,\end{aligned}\right.$$

en remarquant que, dans un intervalle aussi court que celui pour lequel nous venons d'intégrer, les forces P ne peuvent donner que des termes insensibles par rapport à ceux du premier membre de cette équation, et que dès lors il y a lieu de négliger ces termes.

» Cela posé, on peut, dans l'équation (3), remplacer les *vitesses réelles* par les *vitesses d'ensemble*, en vertu même de la définition de celles-ci (*Comptes rendus* du 21 juillet 1873), d'où il résulte que

$$\Sigma m v_x=\Sigma m\,\mathrm{A}_x,\quad \Sigma m v_y=\Sigma m\,\mathrm{A}_y\ldots$$

» Il viendra donc

$$(4)\qquad \left\{\begin{aligned}&\Sigma m[(\mathrm{A}_{1,x}-\mathrm{A}_x)\,\delta x+(\mathrm{A}_{1,y}-\mathrm{A}_y)\,\delta y+(\mathrm{A}_{1,z}-\mathrm{A}_z)\,\delta z]\\&\quad=\Sigma\delta q\int \mathrm{Q}\cos(q,\mathrm{Q})\,dt+\Sigma\delta q_1\int \mathrm{Q}_1\cos(q_1,\mathrm{Q})\,dt+\ldots,\end{aligned}\right.$$

en supposant que le corps considéré soit choqué à la fois par plusieurs autres, comme cela arrive d'ordinaire dans les applications de la Mécanique industrielle, et que dès lors le second membre de l'équation (4) contienne autant de termes de l'espèce $\Sigma\delta q\int \mathrm{Q}\cos(q,\mathrm{Q})\,dt$ qu'il y a de corps choquants.

§ III. — CAS OU L'ON NE FAIT FIGURER DANS LA RELATION PRÉCÉDENTE QUE LES ACTIONS MOLÉCULAIRES TANGENTIELLES QUI SE MANIFESTENT DANS LE CHOC.

» Le second membre de l'équation (4) peut être ramené *à ne* contenir que les actions tangentielles du corps choquant contre le corps choqué. Il suffit pour cela de supposer que *le mouvement virtuel de ce dernier corps consiste en un glissement de son solide fictif le long du solide fictif du premier corps.*

» Dans cette supposition, le travail $Q \cos(q, Q)\, \delta q$ se réduit évidemment à $F \cos(q, F)\, \delta q$, en désignant par F la composante de chaque force Q suivant une des tangentes au solide fictif du corps choqué mené par chacun de ses points matériels qui font partie des endroits de contact physique avec le ou les corps choquants. Mais $\cos(q, F)\, \delta q = \delta f$, en appelant f le glissement de chacun desdits points. Dès lors l'équation (4) peut s'écrire

$$(5)\quad \Sigma m[(A_{1,x} - A_x)\,\delta x + (A_{1,y} - A_y)\,\delta y + (A_{1,z} - A_z)\,\delta z] = \Sigma\,\delta f \int F\,dt.$$

» Les chemins δf pourront être regardés comme égaux entre eux pour tous les atomes correspondant au *même* endroit de contact physique, pourvu que le mouvement virtuel soit choisi de façon que le corps considéré glisse sans pivoter sur le corps choquant. Sous cette réserve expresse, le second membre de l'équation (5) peut s'écrire $\delta f\, \Sigma \int F\,dt$

» S'il y avait plusieurs endroits de contact physique du corps considéré avec le ou les corps qui le choquent, le second membre en question devrait contenir autant de termes de l'espèce en question.

» Notons que la somme $\Sigma \int F\,dt$ des *impulsions tangentielles* pendant la collision pour un même endroit de contact, correspond à un véritable frottement; aussi lui donne-t-on le nom d'*impulsion due au frottement dans le choc*. Elle est égale, d'après les expériences du général Morin, à la somme des *impulsions normales* correspondantes, multipliée par un coefficient de frottement *ad hoc*.

» Comme dans les calculs pratiques on ne considère que ladite somme, le mieux est de représenter chaque quantité de l'espèce $\Sigma \int F\,dt$ par une impulsion unique tangentielle $\int F\,dt$. D'après tout cela, l'équation (5) peut s'écrire

$$(5\,bis)\quad \left\{ \begin{array}{l} \Sigma m\,[(A_{1,x} - A_x)\,\delta x + (A_{1,y} - A_y)\,\delta y + (A_{1,z} - A_z)\,\delta z] \\ \qquad = \delta f \int F\,dt + \delta f_1 \int F_1\,dt + \ldots. \text{ »} \end{array} \right.$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Communication sur les lacs amers de l'isthme de Suez;* par M. **Ferdinand de Lesseps.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un échantillon du banc de sel existant dans les lacs amers, et je désire l'entretenir des hypothèses faites sur le mode probable de sa formation, qui date de plusieurs siècles, si ce n'est de plusieurs milliers d'années. Je donnerai en même temps lecture des calculs et des observations faits par les ingénieurs du canal de Suez sur le régime actuel de ses eaux, sur l'évaporation dans les lacs amers, ainsi que des résultats de l'analyse de ces mêmes eaux qui a été faite par les savants ingénieurs du laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées.

» Je n'ai pas besoin de vous dire que nous avons fait enlever le bloc qui est sous vos yeux avant l'introduction des eaux dans le bassin des lacs amers.

» Il paraît à peu près démontré, d'après la lecture des auteurs anciens, qu'à l'époque où les Israélites quittèrent l'Égypte, sous la conduite de Moïse, la mer Rouge faisait sentir ses marées au moins jusqu'au pied du Sérapéum, dans les environs du lac Timsah.

» Dans l'intervalle d'environ quatorze siècles séparant ce fait historique du règne de Nécos, fils de Psamméticus, qui fit commencer le canal dit des Pharaons, le sol de l'isthme avait subi des modifications importantes, il s'était sensiblement exhaussé, puisque la mer Rouge se trouvait rejetée au delà du seuil de Chalouf.

» On peut conclure de la citation suivante de Nieburh, voyageur danois qui en 1761 explora l'Arabie, que ce phénomène n'avait pas été limité à l'isthme de Suez :

« Le rivage de la mer, dit Nieburh, a changé ici comme partout ailleurs. On rencontre sur toute la côte d'Arabie des indices que l'eau s'est retirée : par exemple *Muza*, que tous les anciens auteurs disent être un port de l'Arabie Heureuse, est actuellement à quelques lieues loin de la mer. On voit, près de Loheia et de Djedda, de grandes collines remplies de corail et de coquilles de la même espèce que celles que l'on trouve vivantes dans le golfe d'Arabie. Il y a près de Suez des pétrifications de toutes ces choses. Je vis à trois quarts de lieues vers l'ouest de la ville un amas de coquillages vivant sur un rocher qui n'était couvert d'eau que par la marée, et de semblables coquilles vides sur un autre rocher du rivage trop haut pour que la marée y pût atteindre. Il y a donc quelques milliers d'années que le golfe Arabique était plus large et s'étendait plus vers le nord, surtout le bras de Suez, car le rivage de cette extrémité du golfe est très-bas. » (Citation extraite du travail de M. Ch. Laurent : *Essai géologique sur les terrains de l'isthme de Suez.*)

» La mer Rouge ne recevant pas d'alluvions comme l'Adriatique ou la

Méditerranée, on ne peut attribuer le retrait de ses eaux sur ses rives qu'au soulèvement du continent. La coïncidence parfaite de son niveau moyen avec celui de la Méditerranée, coïncidence bien démontrée aujourd'hui, interdit toute autre hypothèse, par exemple celle d'un abaissement du plan d'eau de la mer Rouge.

» Des faits matériels prouvent en outre que ce soulèvement lent s'est continué depuis notre ère, et que le sol de l'isthme était, au temps des Ptolémées, notablement plus bas que de nos jours.

» Voici d'abord les témoignagnes très-précis des auteurs anciens :

« On a fait un canal de communication qui va du golfe Pélusiaque dans la mer Rouge. Nécos, fils de Psamméticus, l'a commencé. Darius, roi de Perse, en continua le travail. Mais il l'interrompit ensuite, sur l'avis de quelques ingénieurs qui lui dirent qu'en ouvrant les terres il inonderait l'Égypte, qu'ils avaient trouvée plus basse que la mer Rouge.

» Ptolémée II ne laissa pas achever l'entreprise; mais il fit mettre dans l'endroit favorable du canal des barrières ou des écluses très-ingénieusement construites que l'on ouvre quand on veut passer, et que l'on referme ensuite très-promptement. C'est pour cela que cette partie du canal qui se jette à la mer, à l'endroit où est bâtie la ville d'Arsinoë, prend le nom de fleuve de Ptolomée. » (Diodore de Sicile, Liv. I, § 1.)

» Strabon, parlant du même canal et des lacs amers, dit :

« Ce canal se jette dans la mer Rouge ou golfe Arabique, à Arsinoë, et coule à travers ces lacs dont les eaux, qui étaient amères, sont devenues douces par la communication du fleuve au canal. Aujourd'hui, ces lacs produisent de bons poissons et abondent en oiseaux aquatiques.

» Le canal fut d'abord creusé par Sésostris avant la guerre de Troie. Quelques auteurs pensent qu'il fut seulement commencé par Psamméticus fils, la mort l'ayant surpris; qu'ensuite Darius le continua, et que ce prince abandonna ce travail, presque achevé, parce qu'on lui avait persuadé, à tort, que la mer Rouge était plus élevée que l'Égypte, et que, en conséquence, si l'on venait à couper l'isthme, la mer couvrirait ce pays. Les Ptolémées, qui le firent couper, firent construire une *euripe* (barrière fermée) qui permettait une navigation facile du canal intérieur dans la mer, et de la mer dans le canal. »

» Enfin Pline dit, entre autres choses sur le même sujet :

« Ptolémée II fit creuser ce canal en lui donnant 100 pieds au moins de largeur, 30 de profondeur et 37,500 pas (XXXVII. MP. IↃ.) de longueur, jusqu'aux sources amères où l'on s'arrêta par la crainte d'inonder le pays, la mer Rouge ayant été trouvée en cet endroit supérieure de 3 coudées au sol de l'Égypte. Quelques auteurs en donnent une autre raison : suivant eux, l'on craignit de gâter par cette communication les eaux du Nil, fleuve qui, seul en Égypte, donne des eaux potables (Pline, liv. VI, chap. 29). »

» Il nous paraît résulter de ces citations que la difficulté à laquelle se heurtaient les ingénieurs d'alors était d'accommoder la navigation d'un canal d'une section relativement restreinte au régime des marées de la mer

Rouge. Les barrières ou *euripes,* construites sous Ptolémée Philadelphe, sortes d'écluses qui retenaient probablement les eaux de la mer à marée haute, et celles du canal à marée basse, furent la solution du problème, et la navigation put s'effectuer dans les deux sens.

» Or ce canal, encore parfaitement conservé sur certains points dans l'état où il fonctionnait au VIIIe siècle de notre ère, a cédé son lit sur environ 4 kilomètres, près de Chalouf, au canal d'eau douce actuel qui débouche au-dessus du niveau moyen de la mer Rouge avec une écluse de 3 mètres *de chute*.

» Ce fait nous paraît prouver d'une façon irrécusable que le niveau moyen de la mer Rouge était, il y a au moins onze siècles, plus élevé d'environ 3 mètres que de nos jours, par rapport au sol de l'isthme, autrement dit que celui-ci s'est exhaussé de cette quantité.

» Si l'on observe maintenant que le point culminant du seuil de Chalouf est à 6 mètres au-dessus du niveau moyen *actuel* de la mer Rouge; que ce seuil est formé de sables d'apports et de lentilles d'argile gypseuse jusqu'à une profondeur d'environ 4 mètres, puis qu'au-dessous se trouve, à une hauteur d'un peu plus de 2 mètres *au-dessus du niveau actuel de la mer,* un banc rocheux, riche en débris fossiles à sa surface et d'une formation beaucoup plus ancienne que les autres terrains traversés par le canal, il devient facile de préciser les conditions du mouvement rétrograde subi par la mer Rouge.

» A l'époque où les Hébreux quittèrent l'Égypte, le rocher de Chalouf, dernier prolongement des collines de Géneffé, devait être entièrement submergé. Lorsque, par suite du soulèvement lent du sol, la tête de ce rocher vint à être mise à nu, elle se recouvrit peu à peu, sous l'action des marées et du vent, d'apports qui vinrent former entre les lacs et la mer une barrière qui n'était plus franchie qu'à marée haute. Les lacs ne participèrent plus, dès lors, au régime des marées.

» L'exhaussement lent du sol se poursuivant et la mer continuant à se retirer, le seuil de Chalouf est définitivement formé, et les besoins de la navigation font naître l'idée d'un canal de communication.

» Les auteurs cités plus haut en attribuent l'achèvement à Ptolémée II, l'an 260 avant Jésus-Christ; cependant Hérodote, qui visitait l'Égypte vers l'an 450, en parle comme s'il avait été ouvert à la navigation par Darius 250 ans auparavant. On peut admettre qu'à cette époque la mer Rouge alimentait librement la branche sud de ce canal, si elle existait déjà, et arrivait de nouveau, dans tous les cas, jusqu'aux lacs amers.

» Quoi qu'il en soit, ce canal, recreusé sous les Ptolémées, amélioré sous la domination romaine par une prise d'eau qui partait du Caire, nettoyé ou recreusé sous le calife Omar au VIIe siècle, puis détruit et définitivement asséché au VIIIe, était alimenté par le Nil, et les lacs amers étaient remplis d'eau saumâtre il n'y a pas plus de onze cents ans.

» Pour expliquer, par suite, la formation du banc de sel qui existe encore au milieu du grand bassin, et dont un dixième tout au plus a été dissous jusqu'ici, banc dont le poids était d'environ 970 milliards de kilogrammes, il faut forcément admettre que les lacs amers ont continué, à périodes intermittentes, à recevoir les eaux de la mer Rouge.

» En effet, en supposant que l'eau saumâtre qu'ils contenaient lors de l'assèchement du canal de communication était à un degré de salure semblable à celui des eaux actuelles de Port-Saïd, par exemple, soit à 25 kilogrammes de résidus solides par mètre cube, et en évaluant leur capacité d'alors à 2 milliards et demi (1) de mètres cubes, l'évaporation complète de cette masse d'eau n'aurait donné qu'un banc de sel de 62 milliards et demi de kilogrammes, soit de moins du dixième du banc qui s'est réellement formé.

» Le renouvellement des eaux des lacs amers par la mer Rouge ne pouvant être mis en doute, dans quelles conditions s'effectuait cette alimentation?

» La structure du banc de sel va nous guider dans cette recherche : il est composé de couches horizontales variant d'épaisseur de 5 à 25 centimètres. La séparation des couches est parfaitement visible, et bien tranchée par une pellicule de sable très-fin, emprisonnée à chaque stratification.

» Le plus grand nombre des couches ont de 8 à 10 centimètres d'épaisseur.

» La superficie du banc étant d'à peu près 66 millions de mètres carrés, et sa densité moyenne de 1, 5, on voit que le poids d'une tranche de 10 centimètres d'épaisseur serait de 9 milliards de kilogrammes; ce résidu correspondrait à l'évaporation de 200 millions de mètres cubes d'eau, char-

---

(1) La capacité actuelle des lacs au niveau des deux mers est, en chiffres ronds, y compris le banc de sel, de 2 milliards de mètres cubes; ce niveau se trouve à 6 mètres en contre-bas de celui de la branche du canal d'eau douce actuel qui passe au Sérapéum. Bien que l'ancien canal des Pharaons, dont les vestiges sont situés à une cote plus basse, ait dû être pourvu d'écluses pour déboucher dans les lacs amers, nous pensons que le niveau de ceux-ci était à cette époque plus élevé que de nos jours.

gée de 45 kilogrammes de sel par mètre cube, ce qui est à peu près le degré de salure de la mer Rouge.

» Ce même volume de 200 millions de mètres cubes est celui qui peut être évaporé dans une année à la surface des lacs supposés pleins; c'est environ le $\frac{1}{10}$ de leur capacité. Cela établi, comment se sont formées les couches du banc?

» La seule hypothèse admissible est qu'après l'obstruction des deux branches du canal de communication les eaux des lacs amers n'étant plus alimentées qu'aux grandes marées d'équinoxe, ou même à intervalles beaucoup plus éloignés, lors de marées exceptionnelles, et l'évaporation étant ainsi supérieure à l'alimentation, ces eaux se sont graduellement abaissées et concentrées jusqu'au point de saturation; les dépôts de sel ont alors commencé et la couche déposée s'est augmentée tant que la nappe liquide n'a pas été asséchée, ou jusqu'à ce qu'une marée exceptionnelle, en apportant aux lacs un certain volume d'eau fraîche de la mer Rouge, soit venue suspendre pour un temps la formation des dépôts.

» La poussière de sable que les grands vents de Khamsin avaient fait déposer sur la surface écumeuse de la nappe en travail de cristallisation y est restée emprisonnée lorsque cette nappe a été complétement desséchée, et a formé l'espèce d'enduit jaunâtre qui recouvre chaque tranche du bloc de sel, qui n'a pu être emporté lorsqu'une nouvelle grande marée est venue inonder et recouvrir ce banc, et remplir de nouveau partiellement les lacs.

» L'action directe du Soleil sur la surface du banc lorsqu'il s'est trouvé à sec a pu d'ailleurs contribuer à retenir la couche de sable agglutinée avec le sel, en en formant une sorte de croûte d'une plus grande dureté.

» Au remplissage qui a suivi, cette croûte et la tranche de sel qu'elle recouvrait ont pu se dissoudre sur une certaine hauteur, en attendant de nouveaux dépôts; le sable est resté sur la surface solide du sel comme un témoin de la formation qui venait d'avoir lieu et l'a séparée de la suivante.

» L'épaisseur de chaque couche de sel est évidemment proportionnelle au volume d'eau introduite qui l'a formée.

» Il a pu arriver que, pendant qu'une nappe d'eau était en travail de saturation et même de cristallisation, une nouvelle inondation est venue en augmenter le volume et retarder la conclusion du phénomène. Ainsi s'expliquerait l'épaisseur excessive de 25 centimètres que présentent quelques couches du banc et qui ont exigé l'évaporation de 500 millions de mètres cubes à 45 kilogrammes de résidus par mètre.

» Maintenant, comment de telles masses d'eau parvenaient-elles à fran-

chir le seuil de Chalouf? Nous l'avons dit, les apports *sablonneux* et argileux qui recouvrent actuellement la tête du rocher sur une épaisseur de près de 4 mètres n'ont dû se former que graduellement. Ils n'atteignaient probablement pas cette hauteur lors de l'obstruction du canal au VIIIe siècle, sous le quatrième successeur du calife Omar et, d'autre part, la mer Rouge était à un niveau relatif plus élevé. Ces inondations intermittentes étaient donc possibles aux marées exceptionnelles, contre lesquelles la branche sud du canal était défendue dans les circonstances ordinaires.

» Le poids total du banc, étant d'environ 970 milliards de kilogrammes, a exigé l'évaporation de 21 milliards de mètres cubes d'eau de la mer Rouge. Ce volume a pu être fourni dans le cours d'une centaine d'inondations.

» Quant au temps qu'a exigé la formation complète du banc, il est difficile de le calculer, même approximativement, l'intervalle de temps qui séparaît chaque inondation n'ayant pu être observé.

» En résumé, le bassin des lacs amers, qui contient 2 milliards de mètres cubes d'eau, a une évaporation annuelle de 200 millions de mètres cubes. Il y a vingt ans, on ne voyait presque jamais pleuvoir dans l'isthme; je constate que nous sommes obligés maintenant de faire venir des tuiles de France pour couvrir nos maisons; nous avons eu, cette année surtout, des pluies considérables. L'évaporation étant plus active dans le centre de l'isthme qu'aux deux entrées de Suez et de Port-Saïd, le courant vient presque toujours du sud au nord à partir de Suez jusqu'aux lacs amers, et du nord au sud à partir de Port-Saïd.

» Lors de l'introduction des eaux de la Méditerranée et de celles de la mer Rouge dans les lacs, la dissolution du banc a eu lieu dans les parties saillantes. Sa surface est maintenant unie et continue à se dissoudre principalement sur la ligne que suivent les navires. Les nombreux bateaux à hélice qui transitent détruisent, par l'agitation que cause leur passage, la densité de l'eau dans les couches inférieures et empêchent, par conséquent, le ralentissement de la dissolution du banc sur leur parcours.

» Maintenant, je passerai de ces observations, qui sont purement théoriques, à une question plus pratique, qui est celle du remplissage d'un grand bassin destiné à former une mer intérieure en Algérie. Un Mémoire a été présenté à l'Académie sur ce sujet par M. Roudaire, capitaine d'état-major. J'ai étudié avec soin l'exemplaire qui m'en a été donné. Les savantes recherches de cet officier me paraissent mériter toute l'attention de l'Académie. Les terrains qu'il décrit sont absolument semblables à ceux du bassin des lacs amers, avant l'introduction des eaux de la mer

Rouge. Nous devons louer le général Chanzy de la protection qu'il donne à une étude sérieuse de la mer intérieure de l'Algérie.

» L'exemple du remplissage des lacs amers peut, suivant mon opinion, être facilement appliqué au remplissage de l'ancien bassin du lac Triton, et l'on obtiendrait un résultat utile pour le commerce du monde, pour la civilisation de l'Afrique et surtout pour la prospérité de l'Algérie.

» D'après les calculs que présente M. le capitaine d'état-major Roudaire, il suffirait de percer un cordon littoral de 15 à 16 kilomètres dans le golfe de la Syrte. Je calcule que 16 kilomètres ne donneraient pas plus de 8 millions de mètres cubes à creuser.

» D'après l'expérience du canal de Suez, je puis parfaitement me rendre compte du coût de ces 8 millions. Il ne faudrait pas, pour ces 16 kilomètres, se servir d'engins aussi coûteux que ceux que nous avons employés, ni surtout faire des travaux ayant pour objet de ne laisser entrer la mer que graduellement, dans la crainte d'entraîner les berges d'un canal. On pourrait ouvrir un simple passage de 8 millions de mètres cubes moyennant 8 millions de francs, 1 franc par mètre cube. Je conseillerai de ne pas faire de draguages mouillés, mais des déblais à sec et en employant les chameaux, avec lesquels on peut exécuter des déblais au meilleur marché possible.

» S'il n'y a que 16 kilomètres à creuser pour former une mer intérieure en Algérie, je fais des vœux pour la réussite d'un travail qui rendra de grands services à la France.

Évaporation dans les lacs amers.

» La hauteur de la nappe d'eau évaporée en *vingt-quatre heures en été* dans les lacs amers a été trouvée de $4\frac{1}{2}$ millimètres (d'après le calcul du volume d'eau entré dans les lacs pendant plusieurs jours, dans le courant du mois de juillet).

1° Marées.

	Plus basses mers connues.	Plus hautes mers connues.	Différences.
	m	m	m
Port-Saïd	17,66	18,18	1,14
Lac Timsah	18,08	18,51	0,43
Lacs amers	17,99	18,43	0,44
Suez	16,76	20,00	3,24

Vitesse des marées.

» L'oscillation de la masse d'eau entre Port-Saïd et Raz-el-Ech (distance 14 kilomètres) a une vitesse moyenne de $7^{m},70$ par seconde, soit une vitesse de $27^{km},720$ à l'heure. L'oscillation de la masse d'eau entre Suez et le Mille 80,50 (distance $8^{km},700$) a une vitesse moyenne de $11^{m},51$ par seconde, soit $41^{km},436$ à l'heure.

LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55, A PARIS.

ENVOI FRANCO DANS TOUTE LA FRANCE CONTRE MANDAT DE POSTE.

AGRONOMIE,
CHIMIE AGRICOLE
ET
PHYSIOLOGIE,

PAR M. BOUSSINGAULT,
Membre de l'Institut.

DEUXIÈME ÉDITION.

IN-8, AVEC PLANCHES SUR CUIVRE ET FIGURES DANS LE TEXTE.

Tomes I, II, III, IV, V (1860-1861-1864-1868-1874).

Chacun des tomes I à IV se vend séparément.................. 5 fr.
Le tome V se vend séparément.............................. 6 fr.

(Le tome VI est sous presse.)

AVANT-PROPOS.

L'Ouvrage que je publie sous le titre : *Agronomie*, *Chimie agricole et Physiologie* n'est pas, à proprement parler, une seconde édition des *Mémoires* qui ont paru il y a quelques années. Ces Mémoires y trouvent naturellement leur place, mais on peut juger de l'extension donnée à l'*Agronomie* par les volumes I à V, composés de matériaux inédits ou connus seulement par de courts extraits imprimés dans quelques Recueils périodiques, où la description des appareils, les méthodes d'analyse étaient nécessairement reproduites très-incomplétement. Or le degré de confiance qu'inspirent les recherches expérimentales est absolument basé sur la discussion des méthodes suivies par l'observateur, et, comme dans l'état actuel de la science agricole, lorsqu'il s'agit d'aborder une question, on est presque toujours dans le cas de créer, ou tout au moins de perfectionner, de modifier les moyens d'investigation, l'étude de ces créations, de ces perfectionnements, de ces modifications doit particulièrement intéresser les agronomes, les chimistes et les physiologistes.

Tel est le motif qui m'a décidé à entrer dans les détails les plus minutieux, persuadé qu'en agissant ainsi je rendais un genre de service dont me sauraient gré ceux qui se livrent à l'art si difficile des expériences.

Dans le premier volume, j'ai réuni ce qui est relatif à l'action des principes les plus actifs des engrais sur le développement des plantes, au sol fertile considéré dans ses effets sur la végétation.

Dans les volumes suivants, j'expose les recherches que j'ai entreprises sur la terre végétale, sur le terreau; je donne la description des procédés du dosage de l'ammoniaque et des nitrates, les observations concernant le bétail et la production du lait, etc., etc. J'y joins des travaux exécutés sur des sujets analogues, soit par des jeunes gens attachés à mon laboratoire, soit par des étrangers dont quelques-uns, et des plus éminents, me font l'honneur de se considérer comme mes élèves. C'est ainsi que, déjà, j'ai trouvé l'occasion de faire connaître deux Mémoires d'un jeune médecin fort distingué, Félix Letellier, que la mort a enlevé bien trop tôt à la Physiologie qu'il promettait de cultiver avec succès, et dont les recherches ont eu pour objet d'apprécier l'action du sucre dans l'alimentation des granivores, et l'influence des températures extrêmes de l'atmosphère sur la production de l'acide carbonique pendant la respiration des animaux à sang chaud.

Quant à l'importance de la science agricole, je rappellerai ici ce que j'ai mis en tête de mes Mémoires : Lorsque des travaux de ce genre sont exécutés avec une certaine précision, ils ont ce double avantage, d'éclairer quelques points de la théorie, en fournissant au praticien des données quantitatives qu'il ne rencontre que bien rarement dans les ouvrages spéciaux. Par exemple, il peut être assez indifférent à un cultivateur de savoir si les animaux qu'il élève exhalent ou n'exhalent pas d'azote en respirant : c'est là une question purement physiologique; mais, pour arriver à la résoudre, on a été obligé de faire une série de déterminations, qui, toutes, intéressent essentiellement la pratique agricole. C'est ainsi qu'il a fallu rechercher quelle est la quantité d'acide carbonique produit, dans un temps donné, par le cheval, la vache et le porc, c'est-à-dire le volume d'air qu'ils vicient par la fonction respiratoire; on a dû aussi peser avec le plus grand soin, d'un côté les rations alimentaires, de l'autre les produits de la digestion, résultats qui permettent de fixer avec exactitude le rapport existant entre la consommation de divers fourrages et la production des fumiers.

L'étude du développement de la graisse dans l'organisme a exigé la connaissance de faits nombreux et précis; ainsi on devait savoir quelle est la nourriture prise par un porc depuis sa naissance jusqu'à l'époque où il a terminé sa croissance, les aliments qu'il consomme durant son engraissement, le poids du sang, de la chair, de la graisse, des os formés pendant les différentes phases de son alimentation.

En essayant de constater l'influence que le sel, ajouté à la ration, exerce sur le développement du bétail, ou sur la lactation, on a pu, en faisant un usage fréquent de la balance, déterminer ce que 100 kilogrammes de foin produisent de chair ou de lait. Toutes ces notions, d'une utilité incontestable, sont, il est vrai, disséminées dans les Mémoires; c'est là un inconvénient réel qu'il était impossible d'éviter, mais qu'on a cherché à diminuer en présentant une Table des matières très-détaillée.

TABLE DES MATIÈRES.

TOME I.

tenu dans des cendres végétales retenant du charbon. — Végétation à l'air libre, à l'abri de la pluie. — Végétation à l'air libre, dans un sol stérile, de plantes dont les graines ont un poids extrêmement faible. — TROISIÈME PARTIE. — De l'action du salpêtre sur le développement des plantes. — QUATRIÈME PARTIE. — De l'influence de l'azote assimilable des engrais sur le développement des plantes. — Dispositions prises pour constater l'apparition des nitrates dans le sol. — Constatation de l'azote apporté au sol par l'atmosphère. — CINQUIÈME PARTIE. — De l'action du phosphate de chaux des engrais sur le développement des plantes. — SIXIÈME PARTIE. — Nouvelles observations sur le développement des hélianthus soumis à l'action du salpêtre donné comme engrais azoté.

De la terre végétale considérée dans ses effets sur la végétation : PREMIÈRE PARTIE. — Expériences faites en 1858. — DEUXIÈME PARTIE. — Expériences faites en 1859.

Documents relatifs au Mémoire sur la terre végétale considérée dans ses effets sur la végétation.

TOME II.

Du terreau et de la terre végétale : Proportions de nitrates contenues dans divers terreaux. — Proportions de nitrates dans diverses terres salpêtrées. — Utilité de la nitrification accomplie dans le terreau de ferme. — Nitrification de la terre végétale. — Préparation du terreau des maraichers. — Constitution chimique de plusieurs terreaux et terres végétales. — Constitution de diverses terres végétales de la vallée des Amazones (Brésil). — Constitution de la terre végétale des îles du Salut et de la Martinique. — Azote, ammoniaque et nitrates dans un hectare de terre de diverses localités.

Instruction sur l'établissement des nitrières : Emplacement et construction des hangars. — Choix des terres à nitrifier; formation de la couche. — Arrosage des couches. — Salpêtre fourni par une nitrière.

Des nitrates dans le sol et dans les eaux : Nitrates dans le sol forestier. — Nitrates dans le sol des prairies. — Nitrates dans les terres labourées. — Nitrates dans la terre de serres chaudes. — Nitrates dans les marnes. — Nitrates dans le plâtre. — Nitrates dans l'eau des lacs, des fleuves, des sources et des puits. — Tableau général des quantités de nitrates dosées dans le sol et dans les eaux.

Sur la composition de l'air confiné dans la terre végétale : Extraction de l'air confiné et dosage de l'acide carbonique. — Dosage de l'oxygène et de l'azote dans l'air confiné. — Description des expériences. — Somme de l'oxygène et de l'acide carbonique dans 100 volumes d'air concentré. — Détermination du volume d'air confiné dans 1 mètre cube de terre végétale. — Air et acide carboniques confinés dans un hectare de terre.

Sur les propriétés absorbantes de la terre arable : Résumé des observations de MM. Huxtable, Thompson et Way. — Observations de M. Liebig. — Absorption de l'ammoniaque par trois espèces de terre végétale. — Absorption par l'humus, la tourbe, le noir animal. — Destruction d'une partie de l'ammoniaque absorbée par l'humus et la tourbe. — Dispersion de l'ammoniaque absorbée pendant la dessiccation de la terre végétale. — Nitrification d'une partie de l'ammoniaque absorbée par la terre végétale. — Ammoniaque et acide nitrique dans 1 kilogramme de terre de diverses provenances. — Influence du carbonate de chaux sur la décomposition des sels fixes d'ammoniaque dans leur contact avec la terre arable.

Sur le dosage de l'ammoniaque dans les eaux : Appareil distillatoire pour extraire l'ammoniaque de l'eau. — Dosage de l'ammoniaque dans l'eau sortie de l'appareil. — Préparation de la liqueur acide et de la liqueur alcaline pour le dosage. — Degré de sensibilité donnée à la méthode de dosage. — Précautions à prendre pour doser l'ammoniaque en très-faible proportion dans un liquide. — Epreuve du procédé. — Relation simple entre les proportions d'ammoniaque contenues dans les produits successifs de la distillation d'une eau faiblement ammoniacale. — Ammoniaque contenue dans l'eau de rivière. — Ammoniaque contenue dans l'eau de source. — Ammoniaque contenue dans de l'eau de pluie tombée au Liebfrauenberg. — Quantités comparatives d'ammoniaque, dans des eaux pluviales, des eaux de rivière et des eaux de source. — Dosage de l'ammoniaque dans de l'eau à laquelle on avait ajouté des matières organiques azotées. — Ammoniaque contenue dans l'eau sulfureuse d'Enghien et dans l'eau ferrugineuse de Niederbronn (Bas-Rhin). — Ammoniaque dosée dans de l'eau de mer prise à Dieppe. — Quantité d'ammoniaque portée chaque jour par le Rhin à la mer. — Quantités d'ammoniaque trouvées dans de la neige ramassée sur une terrasse et dans de la neige ramassée dans un jardin.

Sur la quantité d'ammoniaque contenue dans la pluie, la neige, la rosée et le brouillard reçus au Liebfrauenberg : Ammoniaque dosée; diminution de la proportion d'alcali pendant la chute de la pluie. — Ammoniaque dosée dans la rosée. — Ammoniaque dosée dans le brouillard. — Résumé des observations. — Fixité du nitrate d'ammoniaque. — Dispersion de l'ammoniaque dissoute dans de l'eau exposée à l'air. — Dosage de l'ammoniaque dans de l'eau tombée à Paris; diminution de l'alcali pendant la chute de la pluie. — Ammoniaque dosée dans l'eau d'un brouillard observé à Paris. — Ammoniaque dans la pluie reçue à Rothamsted. — Ammoniaque dans la pluie tombée sur la terrasse de l'Observatoire de Paris.

Sur le dosage de l'acide nitrique en présence des matières organiques : Purification de l'indigo. — Préparation de l'acide sulfindigotique. — Purification de l'acide chlorhydrique. — Préparation de la teinture d'indigo. — Sensibilité de la teinture d'indigo comme réactif de l'acide nitrique. — Détermination du titre de la teinture d'indigo. — Le volume de teinture détruit est proportionnel au poids de l'acide nitrique. — Anomalies produites par des matières organiques dans le dosage de l'acide nitrique par la teinture d'indigo. — Combustion préalable des matières organiques par l'oxygène naissant; dosage de l'acide à l'état de nitrate de baryte. — Dosage de l'acide de $0^{gr},5$ de nitrate de potasse mêlé à $0^{gr},5$ de sucre. — Dosage de l'acide de $0^{gr},01$ de nitrate de potasse mêlé à 10 grammes de sucre. — Dosage de l'acide de $0^{gr},01$ de nitrate de potasse mêlé à $0^{gr},10$ de glucose, l'acide déterminé par la teinture d'indigo. — L'oxalate d'ammoniaque et la gélatine brûlés par l'oxygène naissant dégagé du bichromate de potasse par l'acide sulfurique donnent lieu à une formation d'acide nitrique. — Substitution du bioxyde de manganèse au bichromate de potasse pour obtenir l'oxygène naissant dans le dosage de l'acide des nitrates mêlés à de faibles quantités de matières organiques dans les eaux. — Présence de l'acide nitrique dans le bioxyde de manganèse. — Présence des nitrates dans le papier à filtrer, dans la gélatine, dans le noir animal.— Purification du bioxyde de manganèse, persistance de traces d'acide nitrique dans le bioxyde purifié. — Dosages comparatifs de l'acide nitrique dans la même eau de pluie, en faisant et en ne faisant pas intervenir l'oxygène naissant dégagé du bioxyde de manganèse par l'acide sulfurique. — Influence des matières organiques sur le dosage de l'acide nitrique par le procédé dans lequel le bioxyde de manganèse est substitué au bichromate de potasse pour la production de l'oxygène naissant. — Elimination du chlore des liquides dans lesquels on doit doser l'acide nitrique par la teinture d'indigo.—Influence des précipités formés dans les liquides, sur le dosage de l'acide nitrique. — Dosage de l'acide nitrique dans les eaux météoriques. — Dosage de l'acide nitrique dans l'eau de la Marne. — Dosage approximatif de l'acide dans l'eau d'un puits de Paris. — Dosage de l'acide nitrique dans une terre de jardin. — Dosage de l'acide des nitrates contenus dans des feuilles de tabac.

Recherches sur la quantité d'acide nitrique contenue dans la pluie, le brouillard, la rosée et la grêle : Pluie tombée au Liebfrauenberg. — Neige tombée au Liebfrauenberg. — Neige tombée à Paris. — Grêle tombée au Liebfrauenberg. — Grêle tombée à Paris. — Brouillard observé au Liebfrauenberg. — Brouillard observé à Paris. — Rosée recueillie dans la vallée de la Saüer (Bas-Rhin). — Poids de la rosée recueillie sur 4 mètres carrés d'une prairie dans la vallée de la Saüer. — Résumé des observations faites sur la pluie, au Liebfrauenberg. — Résumé des observations faites sur la neige, au Liebfrauenberg. — Résumé des observations faites sur les brouillards, au Liebfrauenberg. — Résumé des observations faites sur la pluie et la neige, à Paris. — Résumé des observations faites sur la rosée, au Liebfrauenberg. — Observations faites au Liebfrauenberg, sur la quantité d'acide nitrique contenue dans la pluie, à diverses époques de sa chute.

Expériences entreprises pour rechercher si l'azote qui est à l'état gazeux dans l'air atmosphérique intervient dans le développement des mycodermes : Première expérience faite à Paris. — Deuxième expérience faite à la campagne.

Recherches entreprises en Angleterre pour décider si l'azote qui est à l'état gazeux dans l'air atmosphérique est directement assimilable par les végétaux : Conclusions générales de ces recherches.

Sur la présence de l'ammoniaque et de l'acide nitrique dans la rosée artificielle : Ammoniaque absorbée par des corps poreux exposés à l'air, après leur calcination. — Ammoniaque contenue dans la rosée artificielle obtenue à Paris. — Acide nitrique constaté dans la rosée artificielle obtenue dans une forêt.

Sur le gisement du nitrate de soude du Pérou : Variétés des nitrates caliches. — Exportations du salpêtre du Pérou.

De l'efficacité de la fumée pour préserver les vignes des gelées du printemps : Conditions du refroidissement des plantes par le rayonnement nocturne. — Opinion d'Arago sur la cause du refroidissement attribuée à la lune rousse. — Moyen employé par les Indiens du haut Pérou pour préserver leurs cultures de la gelée. — Passage tiré des *Commentarios reales* de Garcilaso de la Vega. — Passage tiré de Pline sur les heureux effets de la fumée pour prévenir la congélation nocturne. — Combustibles proposés pour produire de la fumée.

TOME III.

Température et végétation : Températures extrêmes constatées en diverses localités. — Climats intertropicaux. — Longueur moyenne du jour et température moyenne des saisons à Paris et à Paramaribo. — Température moyenne des mois à Paris et à Saint-Pétersbourg. — Températures moyennes des saisons dans les climats marins et dans les climats continentaux. — Températures semblables à des latitudes différentes. — Températures moyennes limites des zones forestières et des zones agricoles. — Température à diverses altitudes sous l'équateur; zones végétales prises dans la verticale. — Altitudes et températures des régions où l'on rencontre les quinquinas dans la région équinoxiale. — Altitudes et températures de la culture des pommes de terre dans les Andes. — Relation entre la température et la durée de certaines cultures. — Conditions climatériques favorables à la culture de la vigne. — Limites géographiques du développement du dattier. — Accroissement de la température du sol avec la profondeur. — Profondeur à laquelle on rencontre la couche d'invariable température dans la proximité de l'equateur. — Action protectrice de la neige sur les plantes annuelles. — Effet du froid sur la végétation. — Conservation des racines et des tubercules pendant l'hiver. — Limites extrêmes des températures entre lesquelles s'accomplit la végétation. — La température moyenne n'intervient pas seule dans la répartition des plantes. Culture de l'*Arracacha esculenta*. — Introduction en Amérique des plantes alimentaires et des animaux domestiques pendant la conquête. — Introduction en Europe du maïs, du tabac, de la pomme de terre.

Sur le silo destiné à la conservation des pommes de terre.

Sur les gisements du guano dans les îlots et sur les côtes de l'océan Pacifique : Premières notions sur la nature du guano. Composition du guano ammoniacal. — Guanos de la côte d'Afrique. — Présence des nitrates dans le guano. — Guano terreux. — Composition des guanos des îles Baker et Jervis. — Guano de l'îlot Howland. — Guano, *phosphatics guanos* du golfe du Mexique. — Azote dosé dans les guanos ammoniacaux. — Conditions climatériques des gisements de guanos ammoniacaux. — Gisement du guano des îles de Chincha. — Guano importé en Angleterre de 1842 à 1849. — Guano importé en France de 1846 à 1855. — Guano existant dans les îles de Chincha en 1853, en 1857. — Origine des gisements de guano.

Étude sur le chaulage des terres arables : Composition des écumes de défécation provenant des sucreries. — Proportions de chaux données au sol. — Description des expériences sur le chaulage. — Ammoniaque toute formée, azote et carbone appartenant à des matières organiques, dosés dans la terre végétale. — Résultats des analyses des terres arables. — Carbonates alcalins dosés dans quelques terres. — Matières minérales prises au sol par différentes cultures. — Acide phosphorique, nitrates, ammoniaque toute formée, carbone et azote appartenant à des matières organiques, dans un hectare de terre arable. — Prix du kilogramme d'ammoniaque développé dans le sol par le chaulage. — Action de la chaux sur la tourbe. — Eau, azote, ammoniaque contenus dans la tourbe. — Influence de la chaux, de la marne, du carbonate de potasse, sur la nitrification de la terre végétale. — Ammoniaque formée dans la terre par l'effet du chaulage.

Du dosage de l'ammoniaque en présence de substances organiques azotées. — Applications à l'étude de la constitution de la terre végétale : Action de la magnésie calcinée sur diverses substances organiques azotées. — Dosage de l'ammoniaque dans une tourbe. — Dosage de l'ammoniaque dans une terre arable. — Dosage de l'ammoniaque dans un guano. — Dosage de l'ammoniaque dans la poudrette. — Dosage de l'ammoniaque dans l'eau vanne du dépotoir.

Recherches sur la quantité d'ammoniaque contenue dans l'urine : Azote et ammoniaque toute formée dosés dans l'urine de l'homme et dans l'urine des animaux. — Dosages comparés de l'azote dans l'urine avant et après la dessiccation.

Expériences entreprises pour rechercher s'il y a émission de gaz azote pendant la

décomposition de l'acide carbonique par les feuilles. — *Rapports existant entre le volume d'acide décomposé et celui de l'oxygène mis en liberté :* Description des expériences. — Tableau résumant les résultats. — Examen du gaz azote, résidu de l'absorption, par le pyrogallate, de l'oxygène émis par les feuilles submergées ; présence d'un gaz combustible. — Dosage d'un gaz combustible, dans l'oxygène provenant de la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles du laurier-cerise submergées. — Expériences constatant l'absence de gaz combustible dans une atmosphère gazeuse formée d'air et d'acide carbonique où avait séjourné une branche de thuya. — Gaz combustible trouvé dans l'oxygène dégagé par des aiguilles du pin laricio submergées dans de l'eau saturée d'acide carbonique. — Volumes d'azote obtenus en excès pendant la décomposition de l'acide carbonique par les feuilles submergées, comparés aux volumes de gaz combustible dosés dans l'oxygène provenant de cette décomposition. — Conclusions.

TOME IV.

Sur la nitrière de Tacunga, dans l'Etat de l'Équateur : Analyse des terres salpêtrées. — Renseignements sur les nitrières de l'Algérie.

Sur la composition du pulque, boisson fermentée préparée avec la séve du Maguey (Agave americana) : Culture de l'agave dans la vallée de Toluca. — Extraction de la séve ; fermentation. — Composition du pulque de Trascala. — Composition du cidre. — Production et consommation du pulque au Mexique. — Production du vin dans la Gironde.

Dosage de l'acide phosphorique combiné à la chaux, à l'oxyde de fer, à l'alumine : Acide phosphorique dosé dans les coprolithes des Ardennes, dans le noir d'os.

Sur la fermentation des fruits à noyau : Procédés employés pour doser le glucose, l'acidité, l'ammoniaque, l'alcool. — Vin rouge de Lampertsloch (1864) ; fermentation. — Cidre ; fermentation. — Volume du gaz dégagé pendant la fermentation du moût de pommes. — Fermentation du moût de raisin rouge de Lampertsloch (1865). — Fermentation des fruits à noyau ; appréciation de la perte en alcool éprouvée pendant la préparation du kirschenwasser. — Fermentation des merises. — Dosage de l'acide cyanhydrique (prussique) dans le kirsch. — Fermentation des cerises ayant conservé leurs noyaux. — Fermentation des prunes de mirabelle. — Glucose détruit pendant la fermentation ; résumé.

Sur la sensation de chaleur que le gaz acide carbonique fait naître dans son contact avec la peau : Composition de l'atmosphère de l'azufral du Quindiù.

Statique des cultures industrielles. — Le tabac : Composition du fumier de ferme employé dans la culture. — Feuilles récoltées ; poids et valeur. — Etat des récoltes sur le champ d'expériences, de 1858 à 1863. — Développement des nouvelles feuilles, après la cueillette.

Rapport sur la culture du tabac dans le département du Bas-Rhin : Espèce cultivée. — Nature des terres. — Préparation du sol. — Engrais. — Place dans les assolements. — Semis. — Plantations. — Ecimage. — Emondage. — Culture des porte-graines. — Ennemis du tabac : rouille, pourriture, *Orobancha ramosa.* — Maturité. — Récolte. — Dessiccation. — Livraison. — Frais de culture d'un hectare planté en tabac. — Culture dans le département en 1856. — Renseignements sur la culture du tabac dans l'Amérique méridionale.

Expériences sur le barattage : PREMIÈRE PARTIE. Barattage du lait. — Barattage de la crème, composition de la crème. — Tableau résumant les expériences. — Crème fournie par le lait. — Ecrémage. — DEUXIÈME PARTIE. Recherches analytiques pour constater si la nature des aliments consommés par une vache influe sur la proportion de beurre contenue dans le lait. — Composition du colostrum. — Tableau résumant les résultats des expériences.

Sur la fermentation des fruits à noyau : DEUXIÈME PARTIE. Fermentation des prunes de mirabelle. — Fermentation des zwetschen (prunes). — Fermentation du suc de l'*Agave americana.* — Composition du suc d'agave. — Cidre ; fermentation du moût de pommes.

Actions décomposantes d'une haute température sur quelques sulfates.

De la végétation dans l'obscurité : Pois. — Maïs. — Haricots. — Végétation comparée à la lumière et à l'obscurité. — Procédés suivis pour doser les principes immédiats contenus dans les graines et dans les plantes venues dans l'obscurité. — Résultat des expériences faites sur le maïs. — Comparaison de la constitution de la graine et de l'œuf. — Présence de l'asparagine dans les plantes venues à l'obscurité.

Etude sur les fonctions des feuilles : Feuilles exposées à la lumière dans du gaz acide carbonique pur et dans de l'air atmosphérique mélangé à de l'acide carbonique. — Résumé des expériences. — Feuilles exposées au soleil dans l'air atmosphérique. — Composition du gaz sorti de l'organisme d'un laurier-rose. — Feuilles exposées au soleil dans du gaz acide carbonique mêlé au gaz azote, au gaz hydrogène, au gaz oxyde de carbone, au gaz hydrogène protocarboné. — Faculté décomposante des feuilles, sa limite. — Effets de la dessiccation sur la faculté décomposante des feuilles. — Respiration des feuilles. — Gaz acide carbonique produit par les feuilles placées dans l'air atmosphérique, à l'obscurité. — De l'asphyxie des feuilles. — Action de certaines vapeurs sur les feuilles. — Action délétère de la vapeur émanant du mercure sur les plantes. — Expériences établissant l'action préservatrice que la vapeur du soufre exerce sur les plantes exposées à la vapeur mercurielle. — Action comparée de la lumière sur les faces opposées d'une feuille placée dans un mélange d'air atmosphérique et de gaz acide carbonique. — Epaisseur du parenchyme des feuilles. — Tableau résumant les résultats des expériences.

TOME V.

Sur les fonctions des feuilles.

Sur une matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul.

Sur la germination des graines oléagineuses, par M. A. Müntz.

Statique des cultures industrielles : le Houblon, par M. A. Müntz.

Sur la fermentation des fruits : Troisième Partie, par M. Joseph Boussingault. — Fermentation des myrtilles. — Fermentation du vin blanc des vignes de Lampertsloch. — Fermentation du miel.

Sur la sorbite, matière sucrée analogue à la mannite, par M. Joseph Boussingault.

Expériences sur la congélation de l'eau.

Du fer contenu dans le sang et les aliments : Fer contenu dans divers régimes alimentaires. — Fer contenu dans l'organisme des animaux. — Fer dans le sang des animaux à sang blanc. — Répartition du fer dans les matériaux du sang rouge. — Recherches du fer dans les cryptogames. — Fer dans les feuilles vertes et dans les feuilles étiolées.

Sur le développement progressif de la matière végétale dans la culture du froment.

Analyses comparées des aliments consommés et des produits rendus par une vache laitière : Composition élémentaire de la pomme de terre; du regain de foin ; des excréments ; de l'urine, du lait. — Eau bue par une vache, en vingt-quatre heures. — Résumé de l'expérience.

Analyses comparées des aliments consommés et des produits rendus par un cheval soumis à la ration d'entretien : Composition élémentaire du foin, de l'avoine, de l'urine. — Composition des excréments. — Eau bue par le cheval en vingt-quatre heures. — Résumé de l'expérience.

Analyses comparées de l'aliment consommé et des excréments rendus par une tourterelle : Composition élémentaire du millet; des excréments. — Résumé de deux expériences. — Acide carbonique formé pendant la respiration de la tourterelle. — Sur la respiration d'une tourterelle mise à l'inanition.

Observations sur l'action du sucre dans l'alimentation des granivores, par M. Félix Letellier. — Graisse contenue dans l'organisme des tourterelles, au régime normal, au régime du sucre. — Résumé des expériences.

Aspect du lait vu au microscope avant et après le barattage et l'écrémage.

Influence des températures extrêmes de l'atmosphère sur la production de l'acide carbonique dans la respiration des animaux à sang chaud, par M. Félix Letellier. — Degrés de chaleur auxquels les hommes et les animaux sont capables de résister. — Résultats généraux. — Acide carbonique exhalé dans la respiration des petits oiseaux à la température ambiante. — Acide carbonique produit pendant la respiration des petits oiseaux, sous l'influence d'une température élevée. — Acide carbonique produit à zéro dans la respiration des petits oiseaux. — Transpiration des petits oiseaux dans les conditions ordinaires de température. — Acide carbonique exhalé dans la respiration des oiseaux, du poids de 130 à 200 grammes, sous l'influence des diverses températures. — Acide carbonique produit dans la respiration des mammifères aux diverses températures. — Acide carbonique produit à l'état d'inanition par une tourterelle et une crécerelle aux diverses températures.

Recherches expérimentales sur le développement de la graisse pendant l'alimentation des animaux : Porcs mis au régime exclusif des pommes de terre. — Résultats de l'abatage d'un porc. — Matières grasses contenues dans les pommes de terre consommées par les porcs. — Résultats de l'abatage du porc mis pendant 93 jours au régime des pommes de terre. — Pertes éprouvées par la graisse de porc pendant la fusion. — Accroissement en poids du porc mis pendant 205 jours au régime des pommes de terre. — Résultats de l'abatage du porc mis pendant 205 jours au régime des pommes de terre. Résumé de l'expérience. — Régime des porcs élevés à la porcherie, depuis le sevrage jusqu'à l'accomplissement du huitième mois. — Composition des eaux grasses données aux porcs. — Matières entrant dans l'organisme d'un goret nouveau-né, pesant 650 grammes. — Composition de la pomme de terre consommée dans les expériences. — Développement des porcs au régime de la porcherie, depuis leur naissance, jusqu'à l'âge de 110 jours. — Engraissement des porcs. — Graisse et chair dans les porcs engraissés. — Composition de la ration d'engraissement, rapportée à un porc pesant 88 kilogrammes. Composition du seigle, des pois, de la farine de seigle, employés dans l'engraissement des porcs. — Principes azotés et graisse contenus dans les diverses rations. — Engraissement des oies; poids des oies au commencement de l'expérience. — Graisse, sang et divers organes dans les oies maigres. — Poids acquis par les oies mises a l'engraissement. — Graisse, sang et divers organes dans les oies grasses. — Comparaison de la graisse, du sang et divers organes dans une oie avant et après l'engraissement. — Composition du maïs employé, graisse acquise pendant l'engraissement. — Expérience sur l'engraissement des canards. — Composition du riz donné comme aliment. — Graisse, sang et organes divers, dans les canards, avant et après le régime du riz. — Régime mixte du riz et du beurre, graisse, sang et organes divers dans les canards mis à ce régime. — Résultat de l'expérience.

Développement de la substance minérale dans le système osseux du porc.

De l'influence que certains aliments exercent sur la proportion de matières grasses contenues dans le sang.

Sur la présence du bicarbonate de potasse dans l'urine des herbivores : Composition de l'urine du porc. — Composition de l'urine d'une vache au régime du regain et de la pomme de terre. — Composition de l'urine d'un cheval au régime du trèfle vert et de l'avoine.

Sur la rupture de la pellicule des fruits exposés à une pluie continue. Endosmose des feuilles et des racines, par M. JOSEPH BOUSSINGAULT.

Sur la nitrification de la terre végétale.

Expériences statiques sur la digestion.

Relation d'une expérience entreprise pour déterminer l'influence que le sel ajouté à la ration exerce sur le développement du bétail : Age et poids initial de trois jeunes taureaux formant le lot n° 1 recevant du sel et du lot n° 2 ne recevant pas du sel. — Aliments consommés et poids des lots, après 44 jours. — Eau bue en 24 heures, par les lots n° 1 et n° 2. — Sel marin contenu naturellement dans 100 kilogrammes de grain ou de fourrage. — Aliments donnés à discrétion au lot n° 1 et n° 2; fourrages consommés et accroissements de poids en 117 jours de régime. — Mise des lots au régime du trèfle vert du 1er au 31 octobre; fourrage consommé et accroissement de poids. — Engraissement des moutons, avec et sans le concours du sel.

Sur l'influence que le sel ajouté à la ration des vaches exerce sur la production du lait.

Expériences sur l'alimentation des vaches avec des betteraves et des pommes de terre : Résultat de la nourriture aux betteraves. — Résultat de la nourriture au regain de foin. — Résultat de la nourriture aux pommes de terre. — Résumé des observations.

Sur la faculté nutritive des fourrages avant et après le fanage : Résumé des observations.

Sur l'emploi des fourrages trempés.

De la transformation du pain tendre en pain rassis.

Potasse enlevée au sol par la culture de la vigne : Composition des cendres du marc de raisin, des sarments, du vin.

1306 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

2° Vitesse des courants.

Vitesses moyennes.

Port-Saïd......	$0^{m},30$ par seconde, soit...	$1^{km},080$ à l'heure.
Suez.........	$1^{m},00$ par seconde, soit...	$3^{km},600$ à l'heure.

» L'intensité et la direction des courants sont très-variables, suivant les marées, les vents, les saisons. Les observations faites jusqu'ici n'ont pas été assez nombreuses pour qu'il soit possible d'affirmer si le volume d'eau qui s'écoule annuellement vers la mer Rouge est plus ou moins grand que le volume d'eau s'écoulant annuellement vers la mer Méditerranée.

3° Superficie et capacité des lacs amers; dimension du banc de sel; densité du banc de sel, etc.

Superficie et capacité des lacs amers.

Grand bassin :	Plus grande longueur......	20 kilomètres.
	Plus grande largeur.......	8 »
Petit bassin :	Plus grande longueur......	15 »
	Largeur moyenne........	3,5

Superficie des lacs à la cote 18,20....................	196 122 253 mètres carrés.
Capacité des lacs (non compris le volume du banc de sel).	1 446 347 200 mètres cubes.
» (y compris le volume du banc de sel)..	2 090 648 000 » »

Dimensions et volume du banc de sel.

Longueur moyenne.......	13 000 mètres.	
Largeur moyenne.........	5 120 »	
Épaisseur maxima du banc..	$13^{m},20$	D'après des sondages exécutés de 500 mètres en 500 mètres, suivant l'axe du canal maritime dans la traversée du grand bassin des lacs amers.
» moyenne du banc.	$9^{m},68$	
Volume approximatif de sel..	644 300 800 mètres cubes.	

» Le banc de sel des lacs amers est formé de couches successives de sel séparées par des couches minces de sable.

» L'épaisseur des couches de sel varie de 5 à 25 centimètres; les plus nombreuses ont de 6 à 10 centimètres (1).

» La densité moyenne de divers échantillons du banc a été trouvée de 1,61.

» Le poids total du banc étant de 972 894 208 000 kilogrammes, et le résidu total de l'évaporation d'un mètre cube d'eau de la mer Rouge étant de $46^{kg},50$, pour obtenir un poids de sel équivalant au poids du banc de sel des lacs amers, il faudrait donc évaporer un volume d'eau de la mer Rouge égal, en chiffres ronds, à 21 milliards de mètres cubes d'eau, c'est-à-dire un volume d'eau égal à dix fois environ la capacité totale des lacs amers, y compris le volume du banc de sel. »

(1) On peut évaluer le nombre des couches à 100 ou 120 dans la partie la plus épaisse du banc. Ce point n'a cependant pas été vérifié : il est possible que les couches soient plus épaisses à la partie inférieure du banc.

A la suite des détails donnés par M. de Lesseps sur le projet étudié par M. E. Roudaire, d'établir par un canal une communication entre la Méditerranée, dans le golfe de Gabès, et le bassin des Chotts, en Algérie, l'étude de cette question est renvoyée à une Commission composée de MM. Dumas, Élie de Beaumont, Balard, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Pâris, de Lesseps.

GÉOLOGIE. — *Topographie géologique des environs d'Aigues-mortes.* Lettre de M. **Ch. Martins** à M. Élie de Beaumont.

« Dans vos *Leçons de Géologie pratique*, publiées en 1845, vous avez montré que le territoire d'Aigues-mortes était formé par les atterrissements du Rhône, du Vidourle et du Vistre; permettez-moi de faire ressortir la part que la Durance a eue dans ces atterrissements et d'ajouter quelques détails nouveaux à l'*Essai géologique et historique sur Aigues-mortes*, que j'ai eu l'honneur de présenter dernièrement à l'Académie.

» A la station de Lunel, entre Nîmes et Montpellier, le géologue se trouve au pied d'une rangée de collines composées de calcaire néocomien, de molasse marine, de terrain lacustre, et revêtues d'un manteau de diluvium de la Crau. Se dirigeant vers Aigues-mortes, le voyageur traverse la plaine alluviale du Vidourle qui prouve, qu'avant d'être canalisé, ce torrent divaguait dans ses crues sur une largeur de 7 kilomètres entre Lunel et le Caylar. Après le Vidourle, on passe le Vistre également canalisé, et l'on traverse un îlot de diluvium de la Crau sur lequel s'élèvent les ruines de l'abbaye de Psalmodi à laquelle saint Louis acheta, en 1248, le territoire sur lequel il fonda la ville d'Aigues-mortes. Après avoir dépassé la tour Carbonnière, ouvrage avancé des remparts, on arrive au premier cordon littoral couvert de pins pignons, qui s'étend en ligne droite sur une longueur de 22 kilomètres, depuis l'extrémité occidentale du golfe d'Aigues-mortes, où il se raccorde avec la plage actuelle, jusqu'au petit Rhône, près de Sylvaréal. Sa partie moyenne est distante de 15 kilomètres de la mer. Ce cordon se compose de dunes sablonneuses peu élevées, mais à la base desquelles on trouve des coquilles dont les couleurs même sont conservées et qui toutes vivent encore sur la plage actuelle. Je me contenterai de nommer : *Solen strigulatus* L., *Cerithium vulgatum* L., *Murex brandaris* L., *M. erinaceus* L., *Cardium tuberculatum* L., *C. edule* L., *Pectunculus glycimeris* Lam., *Citheræa chione* Lam., *Mactra stultorum* L., *Ostrea* Sp., etc. Au-dessous de ces coquilles on remarque un lit de cailloux

roulés ou aplatis en forme de galets : ce sont des serpentines, des variolites, des quartz et des quartzites mêlés à des tufs coquilliers et à des plaques de grès, de formation récente, telles qu'on les observe au bord de la mer. On retrouve les mêmes galets et les mêmes coquilles sur le deuxième cordon littoral qui porte la ville d'Aigues-mortes; mais ces cailloux n'existent plus sur le troisième cordon littoral et sur le quatrième qui forme la plage actuelle. Tous deux sont composés uniquement de sable fin et de coquilles.

» La présence des variolites, roche caractéristique de la Durance, et qui se trouve en place au mont Genèvre, m'avait beaucoup frappé. Émilien Dumas les avait déjà remarquées sur la digue de la Peyrade, où elles entraient dans la composition du béton. J'ai poursuivi ces variolites tout le long du cordon littoral actuel jusqu'à Cette, accompagnées des roches que je viens de citer, auxquelles il faut ajouter des porphyres rouges, des protogines, des schistes noirs, et sur une portion de la plage, entre Maguelone et Cette, un nombre considérable de roches volcaniques : laves percées par des pholades, argiles cuites, amygdaloïdes noires avec amandes de chaux carbonatée spathique et pierres ponces. Leur abondance me fait soupçonner l'existence d'un bouton volcanique sur le banc de roches sous-marines situé en face de la côte; il se rattacherait au groupe volcanique d'Agde, de la Conque et du fort Brescou, ou au dyke de Montferrier, près de Montpellier. Mais comment expliquer l'existence des variolites depuis Aigues-mortes jusqu'à Cette? Actuellement ces cailloux verts ne dépassent pas l'embouchure de la Durance dans le Rhône en aval d'Avignon, et à partir de Beaucaire, la pente de ce dernier fleuve n'étant plus que de $0^{m},30$ par kilomètre, il ne charrie que du limon et n'a plus la force d'entraîner des cailloux. Voici mon explication. A l'époque romaine, la Durance, au lieu de se jeter tout entière dans le Rhône, au-dessous d'Avignon, se bifurquait près de Cavaillon en deux branches, dont la première suivait le cours actuel, tandis que l'autre passait entre les Alpines et la Montagnette, et se jetait dans le grand Rhône, près d'Arles, en face du petit Rhône. Saint-Gabriel, l'*Ernaginum* des Romains, situé à l'angle occidental des Alpines, était un port fluviatile, et il y avait, comme le prouve une inscription latine, une corporation des bateliers de la Durance. M. Desjardins a publié une carte dans le *Bulletin de la Société de Géographie*, d'août 1869, qui représente ces anciennes branches de la Durance, et donné les preuves de leur existence. La Géologie vient confirmer les données de l'histoire. Les variolites, amenées au Rhône par la branche arlésienne de la Durance, étaient dans les grandes crues entraînées par le petit Rhône, qui se détache du

grand Rhône précisément en face de cet ancien confluent de la Durance, et transportées par lui dans le territoire d'Aigues-mortes et au delà jusqu'à Cette; car l'histoire nous enseigne également qu'au XIIIe siècle Aigues-mortes était sur la rive droite d'un bras du Rhône, sur lequel les pierres, dont ses remparts sont construits, empruntées aux collines néocomiennes de Beaucaire, sont descendues en passant devant Saint-Gilles. Cette branche du Rhône s'ensabla peu à peu, et sous François Ier on l'a détournée et jetée dans la mer, où elle aboutit au *Grau neuf*, après avoir émis deux autres branches appelées *Rhônes morts*, qui se perdent dans l'*étang du Repos*.

» Nous savons qu'il y avait trois cordons littoraux anciens autour d'Aigues-mortes. Le quatrième est le rivage actuel appelé *plage de Boucanet*. Un cinquième cordon littoral est en voie de formation. La *pointe de l'Espiguette* s'avance dans la mer au sud-est d'Aigues-mortes. Le terrain d'alluvion dont elle est formée porte le nom significatif de *Terre-neuve*. Un phare a été construit sur cette pointe de l'Espiguette par M. Ch. Lentheric, ingénieur des Ponts et Chaussées. Il a été allumé, pour la première fois, dans la nuit du 31 décembre 1868 au 1er janvier 1869. D'après les mesures de M. Lentheric, ce phare est déjà plus éloigné de 40 mètres du rivage qu'en 1869. Le 5 février 1874, par un temps calme, la distance du centre du phare au point le plus rapproché de la côte était de 159 mètres. Ce sont les apports du petit Rhône dans la mer, estimés par M. Surell à 4 millions de mètres cubes par an, qui sont entraînés par le courant littoral que les vents de sud-est entretiennent le long des côtes de Provence et de Languedoc et viennent se déposer sur le bord occidental de la pointe de l'Espiguette; elle est l'amorce d'une digue naturelle qui formera un cinquième cordon littoral. Un jour, il ira rejoindre la côte, près de Palavas, en face de Montpellier. Alors le golfe d'Aigues-mortes séparé de la mer sera un étang saumâtre, analogue à celui de Mauguio. La Géologie, d'accord avec l'histoire, prouve que depuis six siècles, époque de la fondation d'Aigues-mortes, la configuration de la côte n'a guère changé. La mer ne s'est pas retirée, et *sur ce point* le delta du Rhône n'a pas progressé; car le bras du fleuve qui l'a formé est éteint depuis le XVIe siècle, et les cours d'eau secondaires, le Vistre et le Vidourle, déposent leurs apports dans les étangs qu'ils comblent peu à peu. En partant pour ses deux croisades, saint Louis n'est pas monté à Aigues-mortes même sur le vaisseau qui devait le conduire vers les côtes d'Afrique, mais sur une embarcation d'un faible tirant d'eau. Traversant les étangs de la Marette et du Repausset, il a rejoint la flotte qui l'attendait, mouillée dans le golfe d'Aigues-mortes, en face du Grau aujourd'hui fermé, qui porte encore le nom de *Grau-Louis*. »

ASTRONOMIE. — *Observations au sujet de la réponse de M.* Faye *à la critique concernant son complément au Mémoire de Pouillet sur la radiation solaire;* par M. **A. Ledieu.**

« Dans les *Comptes rendus* du 5 juin dernier, M. Faye discute la rectification au point de vue de la Thermodynamique, que j'ai proposée, le 27 avril, pour sa Note du 20 du même mois sur le refroidissement de la masse solaire.

Malgré tout le désir que j'aurais de ne me trouver en désaccord que pour la *forme* avec l'éminent astronome, je me vois obligé d'insister de nouveau sur le point en litige, et de faire ressortir qu'il existe entre nous un dissentiment de *fond*.

» 1° Lorsqu'un physicien calcule la quantité de chaleur nécessaire pour porter un corps de la température t à la température t', il emploie bien, comme le dit M. Faye, la formule $x\,(t'-t)$ pour chaque kilogramme du corps, x représentant la *capacité calorifique vulgaire* aux environs des températures t et t'. Mais cette capacité vulgaire tient compte à la fois *du changement de température, du travail intérieur et du travail extérieur;* par conséquent elle doit correspondre aux trois termes

$$k(t'-t) + \mathrm{A}\int d\lambda + \mathrm{A}\int p\,dv$$

du second membre de la formule connue de Thermodynamique adoptée par M. Faye comme point de départ de sa Note du 20 avril.

» 2° Donc le coefficient x de M. Faye, n'englobant que les deux premiers termes, est une capacité calorifique qui lui est propre, et qui n'a rien de commun avec la *capacité vulgaire*, c'est-à-dire *sous pression constante,* et pas davantage du reste avec la capacité *sous volume constant.*

» 3° Donc aussi, contrairement à l'assertion de M. Faye, Pouillet écrirait encore aujourd'hui $\mathrm{Q} = \theta x$, en appelant x la *capacité vulgaire,* ainsi que l'a fait ce savant physicien.

» 4° C'est devant la confusion qui résultait de l'emploi par M. Faye de sa sorte de capacité calorifique que j'ai été conduit à examiner s'il n'y aurait pas néanmoins possibilité de tirer parti de l'idée ingénieuse qu'il émettait en ce qui concerne l'influence du travail dû à la contraction de la masse solaire.

» 5° J'ai été ainsi amené à prouver que l'intéressante conclusion de sa Note du 20 avril ne subsiste qu'autant qu'on regarde le *travail intérieur*

comme se réduisant au seul travail de la contraction, et le *travail extérieur* comme négligeable.

» Nous maintenons intégralement ces deux restrictions.

» Il est à peine besoin de dire que nous ne reviendrons plus sur un sujet aussi simple de Thermodynamique, et que nous laisserons désormais le lecteur juge du débat. »

M. le général **Morin**, en présentant la 3e livraison du tome IV de la *Revue d'Artillerie*, publiée par ordre du Ministre de la Guerre, s'exprime comme il suit :

« Ce numéro contient un extrait d'un travail comparatif très-important, dû à M. le capitaine Manceron, sur les grosses bouches à feu rayées, employées en France, en Angleterre, en Prusse et en Autriche pour le tir vertical des bombes ou des obus. L'auteur y discute les résultats des expériences exécutées en France en 1864 et depuis à l'étranger, et montre combien l'emploi des obusiers rayés lançant des obus de 60 kilogrammes à des portées qui, pour la bouche à feu française, atteignent et dépassent 5000 mètres, peut être redoutable pour les abris voûtés et blindés.

» Ce Mémoire est terminé par l'étude d'un nouveau mortier rayé de 21 centimètres et de l'équipage complet dont il ferait partie.

» M. le capitaine Jouffret, adjoint au professeur du cours d'Artillerie à l'École d'Application, auquel on doit déjà un important travail sur l'établissement et l'usage des tables de tir, a donné, dans le numéro de la Revue que l'on présente à l'Académie, une théorie élémentaire très-remarquable des mouvements du gyroscope, de la toupie et des projectiles oblongs.

» Par des considérations géométriques fort simples, basées sur les notions élementaires de la Mécanique, l'auteur rend compte de tous les phénomènes qui se produisent dans les mouvements de ces corps, et les considérations qu'il développe sont assez simples pour être à la portée des personnes peu familiarisées avec l'Analyse mathématique, dont M. Jouffret se propose cependant d'établir les formules dans une suite à ce premier Mémoire, annoncée pour un prochain numéro.

» L'introduction de plus en plus générale du fer, dans les constructions de tous genres, ne pouvait manquer d'être étendue à une partie notable du matériel de l'Artillerie. A une époque déjà éloignée, 1833, elle avait été proposée par M. le capitaine Thiéry, aide-de-camp du gé-

néral Tirlet, et mort général de division; mais l'art des forges était loin alors d'avoir réalisé les progrès immenses qu'il a faits depuis. Aujourd'hui la question a été résolue de diverses manières dans plusieurs Artilleries étrangères; la nôtre n'est pas restée en arrière de ce progrès, et une grande partie du nouveau matériel de campagne sera pourvu d'affûts en fer. Une Note de M. le capitaine Alcan donne à ce sujet d'intéressants renseignements.

» Ce nouveau Mémoire de la *Revue d'Artillerie* contient enfin une Note de M. le capitaine Castan, sur l'application des théories thermochimiques aux poudres de guerre.

» L'auteur y montre que, en partant des résultats des savantes recherches de M. Berthelot, le classement des poudres, d'après les données thermochimiques, ne manifeste entre elles qu'une différence de $\frac{1}{40}$ ou de 0,025, tandis que des modifications dans le procédé de trituration, dans le graissage, dans la densité produisent dans les vitesses des variations de 0,650, correspondant à des forces vives différant de 2,36 à 1.

» D'une autre part, les conditions des effets balistiques à obtenir, celles de la conservation des bouches à feu, et la nécessité d'avoir en tout temps, et sur toute la surface du territoire, d'énormes approvisionnements, ne permettent pas de modifier sensiblement la composition actuelle des poudres pour recourir à d'autres combinaisons de l'azote.

» L'auteur rappelle que les différences d'action balistique des poudres dépendent presque complétement de leurs propriétés physiques et de leur mode d'action dans les armes, et fait voir qu'avec les dosages admis pour celles de guerre on peut communiquer aux projectiles des vitesses supérieures à celles qu'exige le service et à celles que conseille la prudence dans l'intérêt de la conservation des bouches à feu.

» Des expériences récentes exécutées par les marins ont d'ailleurs prouvé que les poudres fabriquées au Bouchet, conformément aux principes exposés par M. le capitaine Castan dans ses travaux précédents, satisfaisaient complétement et mieux que les poudres étrangères, essayées comparativement, aux conditions imposées pour les bouches à feu de gros calibre, lançant des projectiles d'un poids considérable. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Essai des 21 échantillons d'eau salée du canal maritime de Suez, remis par M.* Ferd. de Lesseps. Note de M. **Durand-Claye**, présentée par M. de Lesseps. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Élie de Beaumont, Balard, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée, Pâris, de Lesseps.)

« Sur la demande de M. Voisin Bey, ingénieur des Ponts et Chaussées, M. Lemasson, ingénieur en chef du Service de l'entretien du Canal maritime de Suez, a recueilli, dans le courant de l'année 1872, divers échantillons d'eau salée sur différents points du parcours du canal.

» Ces échantillons ont été expédiés de Port-Saïd le 6 novembre 1872. Ils sont parvenus au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées le 25 avril 1873.

» Ils étaient renfermés dans 21 bouteilles étiquetées et numérotées comme il suit :

N° 1. Une bouteille prise à Port-Saïd, en dehors des feux de musoir, par une mer calme et non trouble.
N° 2. Une bouteille prise au milieu du bassin Ismaïl, à 6 mètres de profondeur.
N° 3. Une bouteille prise vers le kilomètre 60.
N° 4. » » au kilomètre 76, à 4 mètres de profondeur.
N° 5. » » au sud du lac Timsah, à 4 mètres de profondeur.
N° 6. » » au phare nord des lacs amers, à la surface.
N° 7. » » au phare nord des lacs amers, à 7 mètres de profondeur.
N° 8. » » sur le banc de sel, à la surface.
N° 9. » » » à 4 mètres de profondeur.
N° 10. » » » à 7 mètres »
N° 11. » » » à 7 mètres de profondeur, à un autre point situé entre l'écluse du kilomètre 16 et le tracé du canal maritime.
N° 12. » » aux lacs amers (entre les deux phares, à la surface).
N° 13. » » aux lacs amers (entre les deux phares, à la surface), à 7 mètres de profondeur.
N° 14. » » aux lacs amers (phare sud), à la surface.
N° 15. » » aux lacs amers (phare sud), à 7 mètres de profondeur.
N° 16. » » à Kabret-el-Echouch, à la surface.
N° 17. » » » à 7 mètres de profondeur.
N° 18. » » au kilomètre 133, à la surface.
N° 19. » » » à 7 mètres de profondeur.
N° 20. » » à Chalouf, à 4 mètres de profondeur.
N° 21. » » au terre-plein de Suez, à 4 mètres de profondeur.

» Les divers échantillons ont été soumis aux essais suivants :

» 1° On a déterminé la densité de l'eau à la température ambiante.

» 2° On a déterminé la dose des trois éléments les plus intéressants à connaître, à savoir : le chlore, l'acide sulfurique et la magnésie. Le chlore peut servir de mesure pour le titre de la salure de l'eau. La magnésie détermine son degré d'amertume et l'énergie de son action sur l'économie animale. Son rôle dans les phénomènes qui se produisent dans les mortiers exposés à l'eau de mer donne un intérêt tout particulier à son dosage.

» Les matières non dosées se composent principalement du sodium combiné au chlore pour former le sel marin ou chlorure de sodium, puis d'un peu de potassium et de chaux, et de divers autres éléments en quantité inappréciable.

» Les résultats de ces recherches sont consignés au tableau suivant :

NUMÉROS des échantillons.	DENSITÉ.		RÉSIDU SEC total de l'évaporation de 1 mètre cube d'eau.	COMPOSITION DU RÉSIDU.			
	Température où elle a été prise. — Degrés C.	Poids de 1 mètre cube d'eau.		Chlore.	Acide sulfurique.	Magnésie.	Sodium, chaux et produits non dosés.
1	2	3	4	5	6	7	8
	o	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1........	21,8	1,014	26,20	12,90	1,60	1,70	10,00
2........	21,5	1,015	25,10	13,00	1,60	2,20	8,30
3........	21,5	1,032	51,70	26,00	3,10	3,00	19,60
4........	22,0	1,046	71,07	40,20	4,30	3,90	23,30
5........	22,2	1,048	67,20	39,00	4,50	3,90	19,80
6........	22,5	1,049	74,20	39,20	4,50	4,20	26,30
7........	21,9	1,049	74,70	40,00	4,50	3,70	26,50
8........	21,7	1,050	72,60	39,50	4,50	3,70	24,90
9........	21,1	1,050	69,40	39,90	4,50	3,60	21,40
10........	22,0	1,050	67,50	39,90	4,50	4,00	19,10
11........	21,5	1,059	73,90	40,50	4,50	4,00	24,90
12........	21,2	1,059	69,50	38,80	4,40	3,90	22,40
13........	21,8	1,050	72,30	38,50	4,40	4,50	24,90
14........	21,3	1,046	65,30	36,10	4,30	3,90	21,00
15........	21,3	1,050	69,70	37,40	4,50	3,40	24,40
16........	21,5	1,040	58,50	32,00	3,80	3,40	19,30
17........	22,1	1,049	72,00	38,60	4,20	3,40	25,40
18........	21,7	1,034	47,30	25,90	3,20	3,10	15,10
19........	21,7	1,048	69,70	38,60	4,40	3,90	22,80
20........	21,5	1,043	62,20	35,50	3,80	3,50	19,40
21........	21,4	1,031	46,50	22,40	2,70	2,90	18,50

Observations. — Les nombres de la colonne 4 ne doivent être admis que sous la réserve d'une erreur possible de 2 à 3 pour 100, ainsi qu'il a été expliqué.

Ceux de la colonne 8 sont soumis à la même réserve; ils ont été calculés par la différence entre le résidu total et la somme des trois éléments déterminés.

» Ce tableau donne lieu à plusieurs remarques :

» Le fait général qui s'en dégage, c'est la salure excessive des eaux du canal maritime de Suez. Tandis que les eaux de la Méditerranée ne laissent par évaporation qu'un résidu sec de 40 kilogrammes environ par mètre cube, celles du canal atteignent, en certains points, 75 kilogrammes et ne descendent pas au-dessous de 65, sauf de rares exceptions sur lesquelles nous allons revenir. Ce fait s'explique tout naturellement par la dissolution des bancs de sel des lacs amers.

» A Port-Saïd, au contraire, l'eau est beaucoup moins chargée qu'elle ne l'est ordinairement dans la Méditerranée. Le résidu de l'évaporation des échantillons pris, soit en dehors des feux de musoir, soit dans le bassin Ismaïl, ne dépassent pas 24 à 26 kilogrammes par mètre cube. Ce phénomène est, sans aucun doute, dû au mélange des eaux du Nil avec celles de la mer. A l'embouchure du fleuve, les eaux douces rencontrent un courant qui les entraîne de l'ouest à l'est le long de la côte jusqu'aux golfe de Péluse. Dans ce trajet, elles se mélangent lentement avec les eaux salées; mais le mélange n'est complet qu'au delà de Port-Saïd. C'est surtout à la suite des grandes crues du Nil que le phénomène doit se faire sentir. Il est vraisemblable, d'après la date de l'envoi, que les échantillons n°s 1 et 2 ont été prélevés dans ces circonstances.

» Cette introduction des eaux douces du Nil compense, jusqu'à un certain point, dans une partie du canal, l'effet de la dissolution des bancs de sel. Ainsi, tandis que le bassin Ismaïl est aussi peu chargé que l'eau prise au dehors, l'échantillon n° 3 puisé au kilomètre 60 donne un résidu de 52 kilogrammes, intermédiaire entre celui qu'on trouve sur la côte et celui des parties en contact avec les bancs salés eux-mêmes.

» Au terre-plein de Suez le résidu descend à 46 kilogrammes. Il se rapproche beaucoup du degré probable de salure de la mer Rouge. Le n° 16 et surtout le n° 18 présentent des anomalies qu'il nous est difficile d'expliquer, faute d'une connaissance suffisante des lieux. La diminution de la salure en ces points est-elle due à l'apport d'eaux douces amenées pour le service de quelque agglomération d'habitants? L'examen des lieux permettrait seul une réponse à cette question. Nous ferons seulement remarquer que, dans un canal, comme celui de Suez, où des courants sont à peine sensibles, il suffit d'une source peu considérable pour adoucir les eaux, au point correspondant, dans une forte proportion.

» Dans tous les autres échantillons, les résultats des essais sont presque identiques, ou, du moins, varient dans des limites très-restreintes. Ces petites variations s'expliquent par les introductions d'eau douce ou relativement

douce, qui ont lieu en certains endroits, notamment par les têtes du canal, et qui se propagent avec une vitesse plus ou moins grande, d'un côté ou de l'autre, suivant le sens et l'intensité des faibles courants qui traversent le canal. L'énergie de l'évaporation due à la chaleur solaire peut d'ailleurs varier d'un point à un autre, par suite des dispositions locales, et exercer une certaine influence sur la densité des eaux correspondantes. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'emploi de l'acide phénique pour la préparation des bois.* Note de M. M. **Boucherie.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« On admet que si le goudron augmente la durée des bois exposés à l'air et à l'humidité, cette propriété lui vient de l'acide phénique et de la créosote. Il était donc rationnel de penser qu'en remplaçant par de l'eau légèrement phéniquée la séve des arbres on les mettrait à l'abri de la pourriture. J'ai voulu savoir jusqu'à quel point une pareille idée était vraie, et, au mois d'août de l'année 1868, j'ai imprégné des bois de solutions d'acide phénique à $\frac{1}{2}$, 1 et 2 pour 100. Ces bois placés dans une terre riche en humus en ont été retirés au mois de mai 1874. Le résultat de mes expériences est loin d'être bon.

» Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les échantillons mi-naturels, mi-préparés que je soumets à l'appréciation de l'Académie. Le bois de tremble est tellement pourri, que j'ai eu beaucoup de peine à en recueillir des fragments. Le pin a mieux conservé sa forme, mais il n'en est pas moins profondément altéré, il serait encore plus malade s'il n'avait contenu une notable quantité de résine. On constatera que le bois phéniqué, sur lequel j'ai collé les étiquettes, n'est pas plus sain que le bois naturel.

» A côté des planchettes de pin, j'avais placé une bille de platane, dont une moitié était injectée avec une solution de sulfate de cuivre à $1\frac{1}{2}$ pour 100. Il est facile de voir que la partie de platane imbibée de sel de cuivre est en parfait état.

» Je n'ai pas employé l'acide phénique au-dessus de 2 pour 100 à cause de son insolubilité dans l'eau. Il est probable que si l'on imprégnait le bois de solution à 8 et 10 pour 100, on arriverait à des résultats satisfaisants ; mais comment faire ? Les dissolvants de l'acide phénique sont tous très-coûteux et par suite inutilisables en pratique. D'ailleurs cet acide n'exerce aucune action appréciable sur le tissu du bois; il agit simplement

sur les matières albuminoïdes que les vaisseaux renferment, tandis que le sulfate de cuivre se combine si bien avec la cellulose, que les lavages à l'eau pure ne l'expulsent jamais. L'acide phénique, au contraire, est insensiblement chassé du bois, sous l'influence de l'eau, et il en résulte que son pouvoir antiseptique ne persiste pas.

» L'acide phénique, ainsi que je l'ai déjà dit dans une précédente Note, ne me paraît devoir être utile que mélangé au sulfate de cuivre pour défendre les pieux à la mer contre les atteintes du taret.

» Je crois intéressant d'indiquer de quelle manière j'obtiens une moitié de bille injectée, tout en gardant l'autre moitié naturelle. Je me sers d'un procédé fort simple imaginé par mon père. Le bois en grume est divisé au moyen de la scie en deux parties égales, environ jusqu'au $\frac{9}{10}$ de sa longueur. Il est alors mis debout, appuyé sur l'extrémité laissée intacte, et l'un des demi-rondins, que la scie a isolé, est coiffé d'un cylindre en plomb percé de part en part. Le pourtour du cylindre engagé dans le bois de 2 à 3 centimètres est recouvert d'un bourrelet d'argile bien tassée, et afin d'éviter que ce bourrelet ne se détache sous le poids du liquide, dont on va remplir le cylindre, l'argile est enveloppée d'une bande de toile solidement ficelée. Le réservoir ainsi formé peut supporter, sans danger de fuite, une colonne d'eau de 40 à 50 centimètres. On y introduit le liquide à essayer, et bientôt celui-ci déplaçant la séve se dissémine dans le tissu du bois et le pénètre complétement. Lorsque la préparation est terminée, on se procure des planchettes mi-naturelles, mi-préparées, en faisant débiter l'arbre perpendiculairement au premier trait de scie.

» Il arrive fréquemment que, par suite de la distribution irrégulière et du contournement des vaisseaux, certaines portions du demi-rondin à injecter restent naturelles, et qu'au-dessous du point de jonction des deux demi-rondins une partie de bille correspondant au bois naturel se trouve être préparée. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les Cycadées dans le bassin de Paris.* Note de M. E. ROBERT.

(Cette Note sera soumise à l'examen de M. Brongniart.)

« Dans un de mes Mémoires soumis au jugement de l'Académie, j'avais mentionné des pétrifications quartzeuses qui avaient paru à M. Adolphe Brongniart, sous les yeux duquel elles avaient passé, *devoir être une masse de pétioles s'insérant sur une grosse tige détruite, probablement d'une Cycadée,*

comme les Cycadoidea *de l'île Portland, mais dans un état très-imparfait.* J'ai cru devoir me livrer à de nouvelles recherches dans l'espoir d'élucider la question de Paléontologie végétale que peut soulever la rencontre dans le terrain tertiaire de pseudomorphoses xyloïdes appartenant à des Cycadées, alors que l'opinion généralement répandue fait coïncider l'extinction du groupe de ces végétaux, en Europe, avec la fin de la craie.

» A cet effet, j'ai remanié un nombre considérable de gros cailloux roulés, au confluent de la Vesle et de l'Aisne, entre Ciry-Sermoise et Chassemy; je ne rencontrais d'abord que des pétrifications semblables à celles que j'ai déposées au Muséum, lorsque de grosses masses grésiformes, ovoïdes, tronquées et quelquefois très-allongées, que j'avais négligées jusqu'à présent, attirèrent mon attention, car je crois avoir mis la main sur des tiges qui m'ont semblé tenir le milieu entre celles des Palmiers et celles des conifères. Je ne pouvais mieux faire, en attendant le contrôle de personnes très-exercées, que de les considérer comme des moules de plantes qui pourraient bien avoir été des Cycadées.

» Maintenant, si je rapproche ces pétrifications roulées d'une autre pétrification non roulée, de structure et de nature identiques, et pour ainsi dire trouvée en place, dans les sables gris jaunâtre qui recouvrent l'argile plastique immédiatement au-dessus de la craie, à Blincourt, sur la rive droite de l'Oise, je serai porté à rapporter le véritable gisement des prétendues Cycadées roulées de la vallée de l'Aisne au grand dépôt de sable glauconifère de Vauxcelles près Vailly. Dans cette dernière localité, j'ai déjà recueilli une foule de débris de Palmiers silicifiés qui ne laissent aucun doute, associés à des bois dicotylédonés de même nature, quelques-uns encore revêtus de leur écorce, et d'autres fortement élimés par les eaux et remplis de tarets. »

M. **Fouque** adresse une Note sur l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le Phylloxera. Il rappelle que dès 1872 il a recommandé ce procédé. Depuis plusieurs années il fournissait à l'Administration des vivres de la guerre, à Oran, du sulfure de carbone pour la destruction des charançons qui attaquent les blés des silos. Après avoir donné à l'amas de grains une forme conique, on place au sommet une bouteille pleine de sulfure de carbone : on fait au bouchon deux ou trois rainures, pour permettre la vaporisation du liquide. Les vapeurs plus lourdes que l'air descendent à la surface du sol et, en s'infiltrant à travers les vides des grains entassés, asphyxient les insectes.

M. Fouque fut amené à penser qu'on pourrait par le même moyen détruire le Phylloxera. Au pied de la souche attaquée et dans une excavation de 10 centimètres de large sur 10 à 20 de profondeur, il conseilla de déposer un petit flacon en verre pouvant contenir 50 à 60 grammes de sulfure de carbone; le trou est recouvert d'une brique. Afin que le liquide puisse se vaporiser, on fait des entailles au bouchon, qui est en outre surmonté d'un petit chapeau conique en fer-blanc pour empêcher l'eau de pénétrer dans le flacon. Les vapeurs retombent au fond de la cavité où est placé le flacon et de là s'infiltrent dans les pores de la terre.

M. **Dumas**, à qui M. Fouque a bien voulu adresser les documents qu'il a transmis à l'Académie, regrette que le mode d'emploi du sulfure de carbone dont il se sert pour les blés, conformément aux anciennes expériences de M. Doyère sur les silos de l'Algérie, n'ait pas été signalé; il aurait épargné quelques tâtonnements aux personnes qui ont voulu appliquer cette substance à la destruction du Phylloxera.

(La Note de M. Fouque est renvoyée à la Commission du Phylloxera, à laquelle est également renvoyée, à titre de document, la brochure que M. Fouque vient de publier et qui a été distribuée à l'Académie.)

M. **L. Petit** adresse à l'Académie un échantillon du coaltar qu'il emploie pour combattre le Phylloxera. Il accompagne son envoi d'une Note dans laquelle il signale les résultats obtenus.

« Une fois la terre coaltarisée, la souche saine est préservée de l'attaque. La souche attaquée depuis un an ou deux se conserve et renouvelle toutes les racines malades. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Gachet** adresse une Note relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Delafond** adresse un cinquième Mémoire sur la théorie des points conjugués et des pôles de la droite.

(Commissaires : MM. Chasles, Hermite, Ossian Bonnet.)

M. **Madoulaud** adresse une Note sur l'accroissement de la portée des bouches à feu.

(Commissaires : MM. Morin, Resal.)

M. A. **Brachet** adresse une Note sur l'emploi des pierres précieuses artificielles dans le microscope composé.

(Renvoi à la Commission du prix Trémont.)

M. A. **Desnos** adresse à l'Académie deux Opuscules sur la Navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les premier, deuxième et troisième Mémoires sur le mode d'intervention de l'eau et les forces électromotrices dans les actions chimiques produites pendant le mélange des dissolutions salines, neutres, acides ou alcalines, par M. Becquerel. (Extrait du t. XL des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

2° Un Mémoire sur la distribution de la chaleur et ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous, par M. Becquerel. (Extrait du t. XXXVI des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

3° Le tome V de la 2e édition de l'ouvrage de M. Boussingault, intitulé : « Agronomie, Chimie agricole et Physiologie. »

4° Un ouvrage intitulé « Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères, » par MM. H. Milne Edwards et Alph. Milne Edwards.

M. **Studer**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, dans la séance du 8 juin 1874, adresse ses remercîments à l'Académie. Dans sa lettre à M. Élie de Beaumont, M. Studer exprime la crainte que son âge ne lui permette pas d'être aussi utile qu'il le désirerait au progrès de la Science, et il ajoute qu'il s'honorera, comme toujours, de soumettre à l'Académie ce qu'il croira pouvoir l'intéresser; mais M. le Secrétaire perpétuel fait observer que l'intérêt des Communications envoyées par M. Studer à l'Académie dans ces dernières années donne le plus heureux démenti à ces craintes, qui ne sont que l'expression de la modestie naturelle de l'auteur.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie une Lettre annonçant la découverte faite par M. *Guillemard*, dans le départe-

ment de la Sarthe, d'un gisement de nodules de phosphate de chaux, à une profondeur de $2^m,50$. Cette couche, dont l'étendue n'est pas encore déterminée, aurait une épaisseur moyenne de $4^m,50$. Les nodules dosent 69,28 pour 100 de phosphate tribasique correspondant à 31,98 pour 100 d'acide phosphorique, d'après l'analyse qu'il en a faite.

La découverte de ces gisements aurait une importance considérable au point de vue de l'agriculture et de l'industrie.

M. Élie de Beaumont exprime le regret que M. Guillemard n'ait pas fait connaître le nom de la localité dans laquelle il a observé le gisement de phosphate de chaux dont il parle, car une désignation précise à cet égard pourrait seule permettre de constater l'identité ou la non-identité de ce gisement avec ceux qui ont été signalés depuis plusieurs années, dans le département de la Sarthe, par M. de Molon.

La couche de sable vert, dans laquelle les sondages artésiens exécutés à Paris ont constaté la présence des nodules de phosphate de chaux, affleure, dans les départements de l'Ouest, depuis le département de Maine-et-Loire jusqu'aux rivages de la Manche, à Dives et à Honfleur. M. de Molon a signalé dans cette longue zone plusieurs gisements de phosphate de chaux, soit dans la Sarthe, soit dans le Calvados, et il est probable qu'on y en trouvera d'autres encore dont celui qu'a observé M. Guillemard est peut-être un exemple.

Le Bureau de la Recherche géologique de la Suède adresse à l'Académie les livraisons 46-49 de la *Carte géologique de la Suède*. Elles sont accompagnées des publications suivantes :

Édouard Erdmann : *Description de la formation carbonifère de la Scanie.*
Algernon-Bortzell : *Beskrifning ofver Besier-Ecksteins kromolitografi och Litotypografi.*
Otto Gumalius : *Bidrag till kannedomen om Sveriges erraliska bildningar.*
David Hummel : *Ofversigt af de geologiska forhallandena vid Hallandsas.*
A.-E. Fornebohm : *Ueber die Geognosie der schwedischen Hochgebirge.*
J.-G.-O. Linnarsson : *Om nagra forsteningar fran Sveriges och Norges Primordialzon.*

Ces diverses Notices viennent d'être publiées aux frais de l'État.

Dans l'intention de former une collection complète des Cartes géologiques des autres pays par la voie des échanges internationaux, le Bureau de la Société géologique recevrait avec une vive reconnaissance la communication des publications de l'Académie dans le même genre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes de formes quadratiques;* par M. C. JORDAN.

« Ce Mémoire est consacré à la solution des problèmes suivants :

» 1° *Réduire un système de deux fonctions quadratiques* P et P'.

» 2° *Trouver les conditions d'équivalence de deux semblables systèmes.*

» 3° *Déterminer les substitutions qui transforment l'un dans l'autre deux systèmes équivalents.*

» La méthode par laquelle nous traitons le premier problème est plus simple que celle dont s'est servi M. Kronecker; mais elle repose sur les mêmes principes, et la solution des deux autres questions s'en déduit fort aisément; aussi aurions-nous hésité à publier ce travail; mais nos scrupules ont été levés par la lecture d'un Mémoire récent de M. Kronecker (*Monatsbericht*, mars 1874). Cet habile analyste, après avoir contesté ce que nous avions dit [*Comptes rendus*, 2 mars 1874 (1)] sur la simplicité des principes dont cette question dépend, annonce, en effet, qu'il s'est occupé de la transformation d'un système en lui-même, mais qu'il n'a pas réussi à obtenir une conclusion complétement satisfaisante, et que, dans l'étude de ce problème, il n'a pu tirer que peu de profit de son procédé de réduction. Pour qu'un géomètre aussi exercé ait pu méconnaître ainsi, du même coup, la simplicité et la portée de sa propre méthode, il faut évidemment que la question ne soit pas encore suffisamment élucidée.

» Le Mémoire de M. Kronecker n'est d'ailleurs (sauf la rectification d'une inexactitude que nous lui avions signalée) qu'une troisième et longue critique de notre récent Mémoire sur les fonctions bilinéaires (*Journal de Liouville*, 1874). Ses observations ne sont pas toutes également fondées. Ainsi, nous avons traité le problème de la réduction d'une forme bilinéaire par des substitutions orthogonales. M. Kronecker le reprend et le ramène à un problème analogue, relatif aux formes quadratiques et dont la solution est bien connue. Ce procédé est assurément fort simple, mais le nôtre ne l'est guère moins, et si nous l'avons préféré, nous ne voyons pas qu'il y ait là matière à un grief bien sérieux.

(1) M. Kronecker a relevé une phrase inexacte qui s'est glissée incidemment dans cette Communication, relativement à la nature des substitutions qui transforment un système en lui-même. Nous en avions nous-même fait justice longtemps d'avance. Nous avons en effet donné, dans notre *Traité des substitutions*, le tableau complet des substitutions linéaires qui transforment une substitution linéaire en elle-même, et nous avons fait voir, d'autre part (*Journal de Liouville*, 1874), que cette question est identique à celle de la transformation des systèmes bilinéaires (à déterminant $\lesssim 0$).

» M. Kronecker nous adresse encore, pour la seconde fois, le reproche de n'avoir pas montré que le problème de la réduction d'une forme bilinéaire par des substitutions identiques, faites sur les deux séries de variables, est un cas particulier du problème de la réduction simultanée d'un système de deux formes. Cette objection nous étonne; car nous avons déjà fait observer à notre éminent contradicteur, ce qu'il aurait d'ailleurs pu voir facilement, que notre méthode de solution est précisément fondée sur la décomposition de la forme donnée P en une forme symétrique Q, et une forme gauche R, que l'on réduit simultanément.

» Au lieu d'opérer cette réduction par la méthode générale, nous avons cru pouvoir nous servir d'un procédé plus simple, auquel M. Kronecker adresse une critique sérieuse. Nous nous servions de substitutions ayant en dénominateur une expression de la forme $\sqrt{a^2 + b^2 + \ldots}$, où a est un coefficient différent de zéro; et il nous semblait que ce dénominateur ne pouvait s'annuler. C'était un oubli; car les opérations précédentes exigeant la réduction d'une forme quadratique R (déduite de P en y égalant les deux systèmes de variables) à une somme de carrés pourront avoir introduit des imaginaires dans les coefficients; nos résultats ne sont donc légitimement démontrés que si R est une forme définie.

» M. Kronecker passe ensuite au point principal de notre Mémoire, le problème de la réduction simultanée de deux formes bilinéaires P et Q. Il s'efforce d'établir que si nos résultats sont exacts, la démonstration en est absolument insuffisante. Nous aurions omis en effet, dans tout le cours de notre analyse, le cas où Q contient les rectangles des variables qui ne figurent pas dans P.

» Notre illustre critique s'étend avec complaisance sur cette objection, qu'il croit décisive. Elle prouve simplement qu'il nous a lu un peu légèrement; car le cas qu'il nous reproche d'avoir oublié est traité explicitement dans notre Mémoire (n° 9). C'est le plus élémentaire de tous.

» Notre méthode subsiste donc, et nous étions fondé à dire que la réduction des systèmes bilinéaires est un problème fort simple.

» Nous montrons aujourd'hui qu'il en est de même pour les systèmes quadratiques; car nous n'employons, pour leur réduction, que les deux principes suivants, qui sont, l'un et l'autre, passablement évidents.

» *Premier principe*. — Soit $P = Q_x + B_{xy} + Q_y$, où Q_x est une fonction quadratique de $x_1, \ldots, x_m$; Q_y une fonction quadratique de $y_1, \ldots, y_n$, et B_{xy} une fonction bilinéaire en x et y. Si Q_x est identiquement nul, on pourra mettre P sous la forme $x_1 y_1 + \ldots + x_\rho y_\rho + f(y_{\rho+1}, \ldots)$, par un changement de variable où les y seront remplacés par des fonctions linéaires des y.

» *Deuxième principe*. — Supposons, au contraire, que Q_x soit $\gtrless 0$, et que

son déterminant ne soit pas nul. On pourra déterminer une substitution

$$| x_1, \ldots, x_m, \quad x_1 + \varphi_1(y_1, \ldots, y_n), \ldots, x_m + \varphi_n(y_1, \ldots, y_n) |,$$

qui transforme P en $Q_x + Q'_y$, Q'_y étant une fonction quadratique des y.

» M. Kronecker ajoute en terminant la phrase suivante :

« La solution complète de ce problème (la réduction des systèmes bilinéaires et quadratiques) résulte immédiatement *pour une partie* du travail de M. Weierstrass, dans l'année 1868; *l'autre partie* peut se tirer sans peine des remarques que j'y ai ajoutées à cette époque; il y a donc vraiment des raisons suffisantes de disputer à M. Jordan ses résultats, en tant qu'ils sont corrects (1). »

» Ce dernier grief est évidemment le principal pour notre éminent adversaire. C'est aussi celui que nous tenons à écarter, car le géomètre le plus exact peut commettre une inadvertance (M. Kronecker nous permettra de lui en signaler encore une tout à l'heure); mais un plagiat cesse d'être excusable. Nous sommes donc obligé de discuter une fois pour toutes le fondement de cette réclamation (2).

» Dans le Mémoire où il l'a produite pour la première fois (*Monatsbericht*, janvier 1874), M. Kronecker expose que, dans son travail de 1868, il a ramené à une forme simplifiée les systèmes de déterminant zéro; qu'il en a déduit peu de temps après une démonstration pour la décomposition d'un semblable système en systèmes élémentaires, mais qu'il ne l'a pas publiée; que d'ailleurs il est aisé d'opérer cette décomposition, car il suffit d'appliquer à ces systèmes simplifiés les procédés qu'il indique dans les articles III et IV de son nouveau Mémoire (postérieurement à notre publication).

» Les articles III et IV renvoient aux articles I et II, autrement dit au Mémoire entier; l'observation de l'auteur revient donc à dire que ces systèmes simplifiés ne présentent pas, au point de vue du traitement, de difficultés qui leur soient particulières; mais elle n'établit pas qu'ils offrent sur les autres un avantage quelconque, ce qui était le point à démontrer.

» M. Kronecker, sentant la nécessité de mieux motiver sa réclamation, y est revenu dans un second Mémoire (*Monatsbericht*, février 1874), où il indique d'une manière abrégée une autre méthode de réduction spéciale-

(1) En reproduisant en français les conclusions de son Mémoire (*Compte rendu* du 27 avril 1874), M. Kronecker a notablement modifié cette phrase. Il dit en effet : « La solution complète résulte du travail de M. Weierstrass, de 1868, et se déduit *aussi* de mes additions à ce travail. » Il est certain qu'ici l'expression a trahi sa pensée; car la part de M. Weierstrass dans cette solution est aussi nettement définie qu'elle est considérable. Il a exclu expressément de son analyse les systèmes de déterminant nul. M. Kronecker le sait bien, car ses additions ne sont autre chose qu'une tentative infructueuse pour combler cette lacune.

(2) Une longue absence (en Italie) nous a seule empêché de le faire plus tôt.

ment applicable aux systèmes simplifiés. Il les ramène dans ce but à la forme

$$\sum_{k=1}^{k=m}(u\xi_{2k+1}+v\xi_{2k-1})\xi_{2k}+u\sum_{k=1}^{k=m-1}\xi_{2k}f_k+u\Phi'+v\Psi'=uP+vQ,$$

où Φ' et Ψ' sont des fonctions quadratiques des variables $\xi_{2m+2}, \xi_{2m+3}, \ldots$, tandis que f_k est une fonction linéaire de ces variables et de $\xi_{2k+2}, \xi_{2k+4}, \ldots$. La réduction consiste à faire disparaître successivement par des changements de variables les fonctions $f_{m-1}, f_{m-2}, \ldots$. M. Kronecker croit arriver à ce résultat de la manière suivante : Supposons qu'on ait déjà $f_{m-1}=0, \ldots, f_{\mu+1}=0$; et soit $c\xi_{2\mu}\xi_\nu$ l'un quelconque des termes de f_μ. On peut admettre que la fonction P contienne un terme quelconque en ξ_ν, tel que $a\xi_\lambda\xi_\nu$; alors on fera disparaître le terme $c\xi_{2\mu}\xi_\nu$ par la substitution $a\xi_\nu+\frac{1}{2}c\xi_{2\mu}=\xi'_\nu$, si $\lambda=\nu$, ou par la substitution $a\xi_\lambda+c\xi_{2\mu}=\xi'_\lambda$, si $\lambda \gtrless \nu$. Mais cette méthode présente un défaut manifeste, car si P contient plusieurs termes en ξ_ν au lieu d'un seul, la substitution qui détruit le terme $c\xi_{2\mu}\xi_\nu$ dans l'expression f_μ en introduira d'autres. Soit par exemple $f_\mu=c\xi_{2\mu}\xi_\nu$, et $\Phi'=(a\xi_\nu+b\xi_\lambda)^2$; jamais on ne pourra annuler f_μ par le procédé indiqué.

» On ne saurait douter, en présence des affirmations de M. Kronecker, qu'il n'ait possédé dès 1868 une méthode de réduction pour les systèmes en question; mais il est regrettable qu'il ne l'ait pas publiée à cette époque, car on voit qu'il a quelque peine à la retrouver aujourd'hui.

» Quel que fût d'ailleurs ce procédé, on peut affirmer qu'il exigeait l'emploi, dans toute leur généralité, des deux principes que nous avons énoncés, et qui sont les seuls sur lesquels repose la réduction des systèmes quelconques. Considérons, en effet, le cas le plus simple, où la fonction Φ' a son déterminant $\gtrless 0$. Démontrer qu'on peut faire évanouir dans $\sum \xi_{2k}f_k$ les termes où figurent $\xi_{2m+2}, \xi_{2m+3}, \ldots$, c'est précisément établir le second principe; quant aux autres termes, quadratiques en $\xi_2, \ldots, \xi_{2m-2}$, ils ne pourront s'évanouir que par l'application réitérée du premier principe.

» D'ailleurs le cas où le système Φ', Ψ' aurait son déterminant nul exigerait une étude spéciale, et tout porte à croire que pour le résoudre simplement, il faudra opérer simultanément sur toutes les variables qui figurent dans Q sans figurer dans P, exactement comme dans le cas d'un système quadratique quelconque. (Nous avons montré, au contraire, que cela n'était pas nécessaire pour les systèmes bilinéaires, simplifiés ou non.)

» Ces courtes observations suffisent à établir d'une manière décisive que le travail de 1868, que M. Kronecker nous oppose, n'a avancé en rien la question de la réduction des systèmes. Nous regrettons d'ailleurs que la persévérance de ses attaques nous ait contraint à le démontrer aussi com-

plétement, et nous sommes déterminé à clore ici un débat désormais inutile, et que nous n'avions point provoqué. »

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement dans le choc des corps; addition à une Note du 8 juin 1874*; par M. G. **Darboux.**

« Depuis la publication de ma Note du 8 juin 1874, *Sur le frottement dans le choc des corps* (p. 1645 de ce volume), M. Phillips a bien voulu me communiquer un exemplaire de sa thèse, présentée en 1849 à la Faculté des Sciences de Paris et insérée dans le tome XIV du *Journal de M. Liouville* (1re série). La formule VIII qui se trouve à la page 312 de ce tome et l'équation qui la précède coïncident, aux notations près, avec ma première formule de la page 1647 des *Comptes rendus*. Cet accord de mes résultats, obtenus d'ailleurs par une méthode différente, avec ceux de M. Phillips ne peut que me causer une vive satisfaction; mais il était de mon devoir de signaler le beau travail dans lequel se trouve complétement résolue une des questions que je m'étais proposées dans mes études sur le choc des corps. »

GÉOGRAPHIE. — *Carte hydrographique de l'Algérie.* Note de M. E. **Mouchez.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les 8e et 9e feuilles publiées de la Carte hydrographique de l'Algérie, comprenant les quarante lieues de côtes situées entre *Cherchell* et *Oran*.

» Ces deux feuilles sont à l'échelle moyenne du $\frac{1}{100000}$ comme les précédentes, et construites à l'aide de la même méthode de stations au théodolite faites sur tous les points culminants du littoral, en moyenne de kilomètre en kilomètre.

» Ces stations sont reliées directement au réseau géodésique de l'état-major par l'observation de tous les signaux en vue, et calculées avec deux triangles au moins ayant pour bases des côtés de ce réseau ; quand il n'a pas été possible de mesurer le troisième angle, à cause de l'éloignement ou des difficultés d'accès des signaux, on a eu recours aux relèvements astronomiques ou au calcul direct par les trois points relevés.

» J'ai terminé, pendant la dernière campagne d'été de 1873, le levé des côtes de l'Algérie ; ce levé a été prolongé un peu au delà de chaque frontière du côté du Maroc jusqu'aux îles Zaffarines, et du côté de Tunis jusqu'au cap Nègre et à l'île de la Galite. L'hostilité des indigènes n'a pas permis d'aller plus loin ; il n'y avait d'ailleurs aucun ordre de le faire.

» Les travaux de rédaction sont aujourd'hui terminés, et la dernière feuille sera livrée à la gravure avant mon prochain départ pour l'île Saint-Paul.

» Il peut être intéressant, à divers points de vue, de faire connaître la somme de travail exigée par un levé de ce genre; un de nos collaborateurs, qui a fait le dépouillement de tous nos registres d'observations, a trouvé les résultats suivants :

» L'étendue de la côte levée est de 630 milles marins ou 1150 kilomètres environ.

» Le développement des lignes de sondage parcourues par les embarcations marchant à l'aviron est de 19 500 kilomètres;

» Le développement de celles faites par le navire est de 3500 kilomètres.

» Le nombre des sondages est de 129 500.

» Ces 23 000 kilomètres de lignes de sondes sont fixés par 29 360 stations comprenant chacune huit ou dix angles mesurés au cercle à réflexion; ces pénibles sondages ont été exécutés avec le plus grand soin par mes zélés collaborateurs les officiers composant l'état-major du *Narval*, dont j'ai déjà cité les noms dans une précédente Note.

» Le levé topographique de la côte a exigé 1376 stations au théodolite, et 388 stations au cercle à réflexion comprenant chacune en moyenne de 60 à 70 angles observés.

» Il a été pris du large 249 vues de côté, indiquant minutieusement tous les détails topographiques visibles de la mer.

» Ces travaux ont été exécutés en cinq campagnes d'été, d'une durée de deux à cinq mois, pendant lesquels le navire est resté 495 jours présent sur la côte et a fait 365 mouillages.

» Ils ont produit :

» Une carte minute de la côte de l'Algérie à l'échelle du $\frac{1}{25000}$ composée de soixante feuilles, et donnant à cette côte un développement de 53 mètres environ.

» Cette échelle a permis de rendre parfaitement visibles les moindres anfractuosités de la côte, si utiles à connaître aujourd'hui pour faciliter l'embarquement de l'alpha et du minerai de fer en exploitation sur de très-nombreux points du littoral.

» Cette carte-minute est destinée aux Archives du dépôt de la Marine.

» Une carte gravée en treize feuilles, réduction au quart de la précédente à l'échelle du $\frac{1}{100000}$.

» Deux cartes générales à l'échelle du $\frac{1}{600000}$.

» Vingt plans des principaux ports et mouillages à l'échelle de $\frac{1}{10000}$.

» La publication de toutes ces cartes sera entièrement terminée l'année prochaine. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Phénomène de mirage observé dans l'anse d'Yffiniac (Côtes-du-Nord).* Note de M. J. GIRARD.

« L'atmosphère était d'une remarquable pureté (1) et le thermomètre marquait 21 degrés C. à l'ombre. La mer venait de se retirer de l'anse d'Yffiniac, à la limite extrême de la laisse de basse mer, située à 7 kilomètres du fond de la baie. Cette immense plaine de sable mouillée par la mer, étant chauffée par les rayons du soleil de juin, laissait échapper des vapeurs légères, inappréciables sous une projection de faible épaisseur; mais, étant placé à la pointe de Cesson et regardant la pointe de Guettes, située de l'autre côté de la baie à $2^{km},500$, on voyait, à certains moments, de petits stratus rasant le sable. D'autres fois, quand l'atmosphère paraissait moins calme, on pouvait observer un mouvement ondoyant, ayant la physionomie des lames de la marée montante; puis, quand leur intensité augmentait, il ressemblait à un nuage de poussière sur une route balayée par le vent. Plusieurs fois, quand les couches supérieures de l'air jouissaient d'un calme relativement plus complet, on apercevait les rochers de la côte ouest, dont l'image réfractée ondulait dans l'espace.

» Pendant ce temps, il se formait au-dessus de la laisse de basse mer un nuage permanent, paraissant peu élevé, qui persista pendant toute l'après-midi. Il se détachait comme une bande au milieu d'un ciel parfaitement pur. Sa présence pourrait s'expliquer par la différence d'humidité relative, entre l'air frais de la mer et celui qui s'était échauffé sur le sable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la chaleur sur les carbures isomères de l'anthracène et leurs hydrures.* Note de M. P. BARBIER, présentée par M. Berthelot.

« On connaît actuellement trois carbures répondant à la formule $C^{28}H^{10}$.

» Ce sont : 1° l'anthracène; 2° le phénanthrène; 3° le tolane.

» Ces corps peuvent être produits tous les trois par la réunion de 2 molécules de toluène avec élimination d'hydrogène, ainsi que le montre

(1) Il est à regretter que l'auteur ait omis la date de son observation.

l'équation ci-dessous :

$$2C^{14}H^{8} = C^{28}H^{10} + 3H^{2};$$

mais le toluène lui-même est un carbure complexe dérivé du formène et de la benzine

$$C^{2}H^{4} + C^{12}H^{6} - H^{2} = C^{14}H^{8}.$$

» On conçoit dès lors que l'isomérie des trois carbures précédents puisse s'expliquer par l'arrangement relatif des 4 molécules de carbure qui concourent à former chacun d'eux.

» Afin d'en éclaircir la constitution, il m'a paru utile d'étudier les procédés divers à l'aide desquels ces trois carbures peuvent être engendrés par déshydrogénation successive du toluène et spécialement par l'action de la chaleur sur les carbures $C^{28}H^{14}$ qui dérivent également du toluène.

» Tels sont le dibenzyle, le ditolyle et le benzyltoluène.

» Avant d'entrer dans le détail des expériences, j'indiquerai brièvement la méthode que j'ai suivie pour soumettre à l'action de la chaleur les carbures qui ont été l'objet de mes recherches.

» Dans un tube de verre de Bohême fermé par un bout, on introduit le carbure, on étire à la lampe l'autre extrémité en ménageant un petit renflement pour chausser le caoutchouc de la machine pneumatique; on fait le vide aussi complet que possible et l'on ferme à la lampe.

» Le tube ainsi préparé est entouré de toile métallique et porté au rouge sombre; le système de grille imaginé par M. Berthelot (1) est très-favorable à ces sortes d'opérations, car il permet d'élever la température d'une façon très-régulière et de la maintenir à peu près fixe pendant un temps illimité.

» La réaction de la chaleur sur les carbures d'hydrogène dans ces conditions est moins complexe que celle qu'elle exerce sur ces mêmes corps lorsqu'on les dirige à travers un tube chauffé au rouge, attendu que la température ne dépasse guère 500 degrés.

» Dans ces conditions, les transformations ont lieu d'ordinaire sans production de carbone libre et par des dédoublements réguliers; en outre, on obtient ainsi les résultats ultimes d'une action prolongée au lieu des produits transitoires d'une action de courte durée.

» *Action de la chaleur sur le dibenzyle.* — Le dibenzyle est un carbure cristallisé produit par la réaction du sodium sur l'éther benzylchlorhydrique; il peut être représenté par la formule

$$C^{12}H^{4}.C^{2}H^{2}(C^{2}H^{2}.C^{12}H^{6}) \quad \text{ou} \quad C^{28}H^{14}.$$

(1) M. BERTHELOT, *Annales de Chimie et de Physique*, t. LVI, p. 214.

» Soumis à l'action de la chaleur dans les conditions définies plus haut, il se dédouble très-nettement en toluène et stilbène conformément à l'équation suivante :

$$2C^{28}H^{14} = C^{28}H^{12} + 2C^{14}H^{8}.$$

» Après le chauffage, on retrouve dans les tubes un liquide brun qui donne à la distillation :

» 1° Du toluène bouillant à 110 degrés caractérisé par sa transformation en acide benzoïque fusible à 120 degrés;

» 2° Un carbure solide distillant aux environs de 290 degrés : c'est du stilbène que j'ai caractérisé par son point de fusion situé à 119 degrés, par la formation du bromure cristallisé et surtout par l'examen de la combinaison en belles lamelles orangées sous forme de rhombes allongés, combinaison qu'il donne avec le réactif anthracénonitré et que M. Berthelot a signalée il y a quelques années.

» *Action de la chaleur sur le stilbène.* — Le stilbène, à son tour, soumis à l'action de la chaleur dans un tube scellé se détruit suivant l'équation

$$3C^{28}H^{12} = 2C^{28}H^{10} + 2C^{14}H^{8}.$$

» Il se produit du toluène et le carbure $C^{28}H^{10}$ formé n'est pas du tolane comme on aurait pu s'y attendre d'après les expériences faites par voie humide (1), mais un isomère, le phénanthrène.

» Une réaction analogue, opérée dans un tube rouge, a été faite pour la première fois par M. Graebe, qui a ainsi réalisé la synthèse du phénantrène; je me suis borné à la vérifier en opérant en vase clos, c'est-à-dire dans des conditions plus ménagées.

» *Action de la chaleur sur le tolane.* — Enfin j'ai examiné l'action de la chaleur sur le tolane qui est le dernier carbure que l'on puisse obtenir en déshydrogénant le dibenzyle par voie humide.

» Dans ce cas, la réaction n'est pas très-nette; à l'ouverture des tubes, on trouve du charbon en masses volumineuses imprégnées d'un carbure fusible au-dessous de 100 degrés et exhalant une forte odeur de diphényle; il se forme, en outre, une petite quantité d'un liquide très-volatil qui est de la benzine, sur laquelle j'ai vérifié la formation de la nitrobenzine et la réaction colorée de l'aniline; mais je n'ai pas trouvé trace de phénanthrène.

» Chauffé entre 170 et 180 degrés en tubes scellés avec de l'acide iodhy-

---

(1) MM. LIMPRICHT et SCHWANERT, *Ann. Chim. et Phys.*, année 1868, p. 452.

drique en excès et une petite quantité de phosphore rouge, le tolane régénère du stilbène et même du dibenzyle, si l'on prolonge la réaction.

» J'ai cru utile de vérifier que le stilbène, ainsi produit au moyen du tolane, est susceptible de donner du phénanthrène par l'action de la chaleur.

» Ces résultats sont fort importants pour la théorie. En effet, le tolane obtenu par voie humide et à basse température semblerait devoir être en relation plus immédiate avec le dibenzyle, ainsi que le montrent les formules suivantes :

Dibenzyle..........	$C^{12}H^4.C^2H^2(C^2H^2.C^{12}H^6)$	ou	$C^{28}H^{14}$,
Stilbène...........	$C^{12}H^4.C^2H^2(C^2.C^{12}H^6)$	ou	$C^{28}H^{12}$,
Tolane..........	$C^{12}H^4.C^2(C^2.C^{12}H^6)$	ou	$C^{28}H^{10}$.

» D'ailleurs, l'action de l'acide iodhydrique sur les deux carbures, tolane et phénanthrène, montre clairement que le stilbène est un hydrure de tolane, le phénanthrène ne donnant pas trace de stilbène dans les mêmes conditions.

» L'action de la chaleur sur le stilbène ou hydrure de tolane produit donc, en même temps que la déshydrogénation une sorte de mouvement intra-moléculaire qui détermine la soudure des restes benzéniques et donne ainsi naissance au phénanthrène :

$$\underbrace{C^{12}H^4.C^2H^2(C^2C^{12}H^6)}_{\text{Stilbène.}} = \underbrace{C^2.C^{12}H^4(C^{12}H^4.C^2H^2)}_{\text{Phénanthrène.}} + H^2$$

» M. Berthelot (1) a constaté, il y a quelques années, un fait du même genre : c'est la transformation de l'éthylbenzine en xylène sous l'influence de la chaleur.

» Avant de terminer ce qui concerne le stilbène, je signalerai un nouveau corps qui prend naissance en même temps que lui dans la distillation du sulfure de benzyle.

» C'est un composé sulfuré; il a pour formule

$$C^{28}H^{12}S^2,$$

ainsi que le montrent les analyses suivantes :

	I.	II.	$C^{28}H^{12}S^2$.
C.........	78,6	79,2	79,2
H.........	5,7	5,8	5,6
S.........	14,7	14,8	15,0
	99,0	99,8	

(1) M. Berthelot, *Bulletin de la Société chimique*, novembre 1868, p. 343.

» Ce corps parfaitement purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool éthéré fond à 168-169 degrés; il se présente sous forme de lamelles légères d'un blanc éclatant, aisément sublimables. Examiné au microscope avec le réactif anthracénonitré, il donne des lamelles rhomboïdales jaune clair; avec l'acide picrique, il fournit également une combinaison très-instable en fines aiguilles rouges; oxydé par l'acide chromique, il donne de l'aldéhyde benzylique.

» Ce travail a été fait au Collége de France, dans le laboratoire de M. Berthelot. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chlorobromures de propylène. Propylglycol normal.* Note de M. E. **Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de l'année dernière, j'ai fait voir que les quatre chlorures de propylène isomériques, prévus par la théorie, existent réellement, et j'ai annoncé que je compléterais cette étude par la recherche des cinq chlorobromures correspondants (1). Un seul est connu jusqu'à présent, c'est le composé $CH^2Br\text{-}CHCl\text{-}CH^3$, intermédiaire entre le chlorure et le bromure de propylène ordinaires, et obtenu par MM. Friedel et Silva par double décomposition entre le bromure ordinaire de propylène et le bichlorure de mercure. L'objet principal de cette Note est de faire connaître les quatre autres.

» *Chlorobromure de propylène normal,* $CH^2Br\text{-}CH^2\text{-}CH^2Cl$. — L'acide bromhydrique fumant (solution saturée à + 12° ou + 15°) s'unit déjà à froid, bien que fort lentement, avec le chlorure d'allyle. Il est bon de chauffer en vase clos à 100 degrés, pendant sept à huit heures. Le produit lavé, qui contient encore une notable quantité de chlorure d'allyle inaltéré, est purifié par un nombre suffisant de distillations fractionnées. Il est ainsi facile d'isoler une huile lourde, d'odeur suave, insoluble dans l'eau, d'une densité de 1,63 à + 8°, bouillant à 140-141 degrés, sous la pression 0,746 et que la potasse alcoolique détruit à chaud et transforme en éther éthyl-allylique (2).

(1) *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1270; 1873.

(2)

	Expérience.	Théorie.
C	22,3	22,8
H	3,76	3,80

0,988 ont donné 2,059 de chlorure et bromure d'argent; la théorie exige 2,079.

Le chlorobromure contenait de petites quantités de bromure de propylène, provenant

» En se fixant sur le chlorure d'allyle, $CH^2 = CH - CH^2 Cl$, l'acide bromhydrique donne, outre ce chlorobromure normal, un second chlorobromure $CH^3 - CHBr - CH^2 Cl$ dont la production était facile à prévoir, seulement sa proportion est faible vis-à-vis de celle du premier, de sorte qu'avec les quantités de matière relativement limitées dont je disposais, il m'a été impossible de l'isoler à l'état de pureté et de déterminer son point d'ébullition qui ne doit pourtant pas être bien éloigné de 120 degrés, mais ce que je puis dire, c'est que les portions qui, après plusieurs rectifications, passent de 115 à 125 degrés, traitées à chaud par la potasse alcoolique, donnent un propylène bromé souillé d'une certaine quantité d'éther éthylallylique provenant du chlorobromure normal mélangé avec lui.

» Le chlorobromure normal de propylène se forme aussi lorsqu'on chauffe le bromure normal avec du bichlorure de mercure, en ayant soin de ne pas pousser l'action jusqu'au bout. Par une série de distillations fractionnées, on peut le séparer du chlorure (117 degrés) produit et du bromure (165 degrés) encore inaltéré.

» *Chlorobromure*, $CH^3 - CClBr - CH^3$. — C'est le composé intermédiaire entre le dibromhydrate d'allylène ou méthylbromacétol $CH^3 - CBr^2 - CH^3$, et le dichlorhydrate d'allylène ou méthylchloracétol. Il est très-aisé de l'obtenir en faisant agir à froid une solution très-concentrée d'acide bromhydrique sur le propylène chloré $CH^2 = CCl - CH^3$ du méthylchloracétol. Une ou deux rectifications le fournissent à l'état de pureté parfaite. Son isomère possible $CH^2 Br - CHCl - CH^3$ ne se produit pas, du moins en quantité appréciable dans ces conditions.

» C'est un liquide d'une densité de 1,474 à + 21°, bouillant à 93°-95°,5 sous la pression de 0,745 (1). La potasse alcoolique le détruit à chaud en donnant le propylène chloré $CH^2 - CCl - CH^3$.

» *Chlorobromure* $CH^3 - CH^2 - CHClBr$. — J'ai déjà signalé dans l'action de l'acide chlorhydrique sur le propylène bromé ordinaire la production d'un chlorobromure bouillant vers 110-112 degrés, qui est le corps en question. Depuis, j'ai constaté la production de ce même chlorobromure dans l'action de l'acide bromhydrique sur le propylène chloré obtenu par le chlorobromure de M. Friedel. Ce propylène chloré est un mélange composé en très-grande partie de propylène chloré $CH^2 = CCl - CH^3$ et d'un

sans doute de la présence de quelques traces d'alcool allylique dans le chlorure d'allyle employé.

(1) 0,852 ont donné 1,788 de chlorure et bromure d'argent. La théorie exige 1,793.

autre en proportion relativement faible. Traité à froid par un excès de HBr fumant, il donne en effet une grande quantité de chlorobromure

$$CH^3 - CCl\,Br - CH^3\,;$$

mais si l'on reprend ce qui a échappé à l'action de l'acide bromhydrique froid, et si on le chauffe à 100 degrés, en vase clos, avec une nouvelle proportion d'acide, par suite de cette action on obtient une notable quantité de chlorobromure bouillant aux environs de 110 degrés, le propylène chloré du méthylchloracétol ne donne rien de semblable. Le propylène bromé ordinaire est très-probablement aussi un mélange de deux isomères.

» Le chlorobromure (1) $CH^3 - CH^2 - CH\,Cl\,Br$ est un liquide d'une densité de 1,60, à la température 20 degrés. Il bout vers 110 degrés. La potasse alcoolique lui enlève à chaud HBr et le transforme en un propylène chloré.

» II. Si l'on enlève par du sodium les 2 atomes de chlore aux quatre chlorures de propylène, obtient-on des propylènes isomériques? Le sodium agissant mieux sur les bromures que sur les chlorures, mes expériences ont porté sur les bromures $CH^3 - CBr^2 - CH^3$ (115 degrés), $CH^2\,Br\text{-}CH^2\text{-}CH^2\,Br$ (165 degrés) et $CH^2\,Br\text{-}CH\,Br\text{-}CH^3$, qui est le bromure ordinaire (143 degrés). Le premier perd facilement son brome lorsqu'on le chauffe sept à huit heures à 160 degrés, avec un léger excès de sodium, dans un tube scellé très-résistant, préalablement purgé d'air. On recueille le gaz sur la cuve à mercure, et on le fait passer ensuite dans du brome. Le bromure ainsi formé bout à 143 degrés et a tous les caractères du bromure de propylène ordinaire.

» Le bromure normal (165 degrés) est traité de la même manière; seulement il est décomposé plus difficilement par le sodium, et exige l'intervention d'une température un peu plus haute et plus prolongée. Le gaz recueilli de la même manière et absorbé par le brome ne régénère pas le bromure normal, mais bien le bromure ordinaire. Inutile d'ajouter que le bromure de propylène ordinaire donne du propylène ordinaire (143 degrés) qui par le brome regénère le bromure primitif.

» Mais si les édifices moléculaires $CH^3 - C - CH^3$ et $CH^2 - CH^2 - CH^2$ ne sont pas stables quand ils sont mis en liberté, le groupement n'est pas modifié si en enlevant le brome on le remplace par quelque chose d'équivalent, du moins en ce qui concerne le second cas, le seul que j'aie encore exa-

(1) 0,810 de substance ont donné $1^{gr},695$ de chlorure et bromure d'argent. La formule exige 0,705 (110-112).

miné. Le bromure de propylène normal chauffé avec de l'acétate d'argent sec, et de l'acide acétique cristallisable, suivant la méthode de M. Wurtz, échange facilement ses 2 molécules de brome contre $(C^2H^3O^2)^2$ et se transforme en un diacétate huileux $CH^2.C^2H^3O^2-CH^2-CH^2.C^2H^3O^2$ bouillant à 210 degrés (corrigé). C'est le diacétate propylénique normal, isomérique avec le diacétate de M. Wurtz, bouillant à 186 degrés. Il est soluble dans 8 à 10 volumes d'eau, et se produit aussi mélangé de monoacétate par l'action du bromure sur l'acétate de potasse en solution alcoolique. Saponifié à la façon ordinaire par la baryte hydratée, il donne le propylglycol normal, liquide sirupeux, bouillant d'une manière constante entre 216 et 217 degrés (corrigé). Ayant trouvé un procédé qui permet de transformer presque exclusivement le bromure d'allyle en bromure de propylène normal, j'ai pu partir de 200 grammes de celui-ci et obtenir une cinquantaine de grammes de propylglycol normal pur. Je reviendrai très-prochainement sur ce véritable homologue du glycol, entrevu par M. Géromont, et dont l'étude que je poursuis doit fournir des résultats dignes d'intérêt. »

M. **Trémaux** prie l'Académie de vouloir bien nommer une Commission pour examiner les travaux qu'il a présentés depuis mai 1872.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, composée de MM. Le Verrier et Yvon Villarceau.)

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son doyen, M. **Ad. Brongniart**, présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *Cl. Gay* :

En première ligne . . . M. **Chatin**.
En deuxième ligne . . . M. **Baillon**.
En troisième ligne, par ordre alphabétique . . . M. **Bureau**. M. **Prillieux**. M. **Van Tieghem**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures un quart.

É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er juin 1874.

(suite.)

De l'influence des grandes commotions politiques et sociales sur le développement des maladies mentales. Mouvement de l'aliénation mentale en France pendant les années 1869 *à* 1873; *par* le Dr Lunier. Paris, F. Savy, 1874. (Renvoi au Concours Montyon, Statistique et Médecine et Chirurgie, 1874.)

Des gouttières en linge plâtré, moulées directement sur les membres, de leur emploi dans le traitement des fractures simples ou compliquées, etc.; par le Dr F.-J. Herrgott. Paris, Berger-Levrault et Baillière, 1874; in-8°. (Présenté par M. Sédillot, pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

De la numération des globules rouges du sang; par L. Malassez. Paris, A. Delahaye, 1873; br. in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Névralgie diaphragmatique et faits morbides connexes; par le Dr M. Peter. Paris, P. Asselin, 1871; br. in-8°. (Renvoi au même Concours.)

Leçons de clinique médicale; par le Dr M. Peter. Paris, P. Asselin, 1873; in-8°, relié. (Renvoi au même Concours.)

Études sur les anomalies du système dentaire chez les Mammifères. Paris, imp. Martinet, 1874; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie* de M. Ch. Robin. (Renvoi au même Concours.)

Anatomie, Physiologie, Pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés; par Ph.-C. Sappey; 1re livraison. Paris, A. Delahaye, 1874; in-folio, texte et planches. (Renvoi au même Concours.)

L'électro-vigile ou moyen d'aviser les tentatives de vol et le commencement d'incendie, etc.; par Lanzillo-Vincent, traduit de l'italien par J. Viano. Turin, imp. de l'*Union typographique éditrice*, 1874; br. in-8°. (Renvoi au Concours des Arts insalubres, 1874.)

Étude sur les condenseurs à surface; par C. Audenet. Paris, A. Bertrand, sans date; br. in-8°. (Renvoi au Concours Plumey, 1874.)

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des végétaux inférieurs; par J. de Seynes. I. *Des fistulines.* Paris, Savy et G. Masson, 1874; in-4°. (Renvoi au Concours Desmazières, 1874.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 JUIN 1874.

Correspondance des contrôleurs généraux des finances avec les intendants des provinces, publiée par ordre du Ministre des Finances, d'après les documents conservés aux Archives nationales; par A. M. DE BOISLISLE, sous-chef au Ministère des Finances; t. I, 1683 à 1699. Paris, Imprimerie nationale, 1874; 1 vol. in-4°.

Tableaux de population, de culture, de commerce et de navigation, formant pour l'année 1870 la suite des tableaux insérés dans les Notices statistiques sur les colonies françaises. Paris, Imprimerie nationale, 1874; in-8°.

Description géognostique du versant méridional de la montagne Noire dans l'Aude; par M. LEYMERIE, Correspondant de l'Institut. Montpellier et Cette, typ. Boehm, 1873; br. in-8°.

Rapport sur la création de nouvelles Facultés de Médecine, présenté à l'Assemblée nationale; par M. P. BERT. Paris, Ch. Delagrave, 1874; in-4°. (Présenté par M. Bouillaud.)

Actes de l'Académie nationale des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Bordeaux, 1872-1873; 3e et 4e trimestre. Paris, Dentu, 1873-1874; 2 vol. in-8°.

Nouvelle disposition de l'hygromètre à cheveu; par M. G. SIRE. Besançon, imp. Dodivers, sans date; br. in-8°. (Extrait des *Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs.*)

Quelques expériences concernant les effets du magnétisme sur la décharge électrique à travers un gaz raréfié, lorsqu'elle s'accomplit dans le prolongement de l'axe de l'aimant; par MM. Aug. DE LA RIVE *et* Ed. SARAZIN. Genève, 1874; opuscule in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle.*)

Dicquemare et Lesueur; par M. le Dr A. LECADRE. Le Havre, imp. Lepelletier, 1874; br. in-8°.

Fistule uro-génitale guérie par la cautérisation; par le Dr L. DE LORGE. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales de la Société de Médecine de Gand,* 1874.)

Fête du travail à la mine de Commentry, 28 septembre 1873; *par* M. H. GUITTON. Montluçon, imp. Crépin-Leblond, 1873; in-8°.

Rapport sur l'organisation et les travaux de la Société du matériel agricole

de la Sarthe, présenté dans la séance du Comice agricole de Narbonne, le 21 mai 1874; *par* M. L. VIÉ. Narbonne, imp. Gaillard. 1874; in-8°.

Fabrication des vins, etc., Conférence faite à Narbonne (Aude) le 27 octobre 1872; *par* le Dr L.-H. DE MARTIN. Paris, librairie agricole; Montpellier, C. Coulet, 1873; br. in-8°.

Société centrale d'Agriculture de France. Programme général des concours pour 1873 *et années suivantes. Questions posées aux correspondants.* Paris, Bouchard-Huzard, 1874; br. in-8°.

De la guérison des pommes de terre, ou conseils d'un agriculteur à ses confrères, ouvrage suivi d'une Notice sur la culture de l'ulloco; par THIERY *dit* THIERY-TOLLARD. Paris, chez Jeanne, 1849; br. in-8°.

Quelques cultures printanières, etc.; par THIERY. Paris, sans date; opuscule in-8°.

Supplément à la nouvelle théorie des principaux éléments de la Lune et du Soleil (Florence, 1871). Florence, imp. G. Barbera, 1874; in-4°.

Observations de Poulkowa, publiées par Otto STRUVE; vol. V. *Déduction des déclinaisons du catalogue principal.* Mémoire de M. H. GYLDEN. *Observations faites au cercle vertical* 1844, *janvier* 4; 1849, *juillet* 8. Saint-Pétersbourg, imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1873; 1 vol. in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. XVIII, nos 3 à 5; t. XIX, nos 1 à 3. Saint-Pétersbourg, imp. de l'Académie impériale des Sciences, 1873-1874; 6 liv. in-8°.

Jahresbericht des physikalischen central-observatoriums für 1871 *und* 1872, *der Akademie abgestattet; von* H. WILD. Saint-Pétersburg, 1873; in-4°.

Repertorium für Meteorologie herausgegeben von des kaiserlichen Akademie der Wissenschaften; redigirt von Dr Heinrich WILD; band III. Saint-Pétersbourg, 1874; in-4°.

Annalen des physikalischen centralobservatoriums, herausgegeben von H. WILD; Jahrgang 1872. Saint-Pétersbourg, 1873; 1 vol. in-4°.

Mémoire de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VIIe série, t. XVIII, no 10; t. XIX, nos 2-6 à 10; t. XX, nos 1 à 5; t. XXI, nos 1 à 5. Saint-Péterbourg, 1872-1874; in-4°.

Monthly Report of the department of Agriculture for april and may 1874. Washington, government printing Office, 1874; in-8°.

Soluzione completa e generale mediante la Geometria di situazione del pro-

blema relativo alle corse del Cavallo sopra qualunque scacchiere. Memoria del prof. P. VOLPICELLI. Roma, tip. delle Belle Arti, 1872; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUIN 1874.

Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les Romains pour les thermes à air chaud; par le général MORIN. Paris, Imprimerie nationale, 1874; in-4°. [Extrait du tome VIII (2ᵉ partie, 1ʳᵉ série) des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.*]

Du relèvement de la France, vieilles vérités, union, perfectionnement; par le Dʳ C. SÉDILLOT, Membre de l'Institut. Paris, E. Plon et Cⁱᵉ, 1874; in-8°.

Méthodes chimiques pour la recherche des falsifications. L'essai, l'analyse des matières fertilisantes; par F. JEAN. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-12.

Nouveaux éléments de Pharmacie; par A. ANDOUARD. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1874; 1 vol. in-8°.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils; janvier, février, mars 1874. Paris, E. Lacroix, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dʳ RENARD; année 1873, n° 3. Moscou, A. Lang, 1874; in-8°.

Les Mathématiques en Belgique en 1872; par le Dʳ A. MANSION. Rome, typ. des Sciences mathématiques et physiques, 1874; in-8°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

(A suivre.)

ERRATA.

(Séance du 18 mai 1874.)

Page 1423, multiplier par 2 les premiers membres des deux dernières équations de la page.

Page 1424, multiplier par 2 le premier membre de l'équation (5).

On souscrit à Paris, chez **GAUTHIER-VILLARS**, successeur de **MALLET-BACHELIER**,
Quai des Augustins, n° 55.

Depuis 1835, *les* **COMPTES RENDUS** *hebdomadaires paraissent régulièrement le* Dimanche, *par Cahier de* 2[...] *à* 80 *pages. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matière[...] l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume.*

A partir du 1er *Janvier* 1862, *le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit:*

Pour Paris	20 fr.
Pour les Départements et l'Alsace-Lorraine	30 fr.
Pour l'Étranger : les frais de poste extraordinaires en sus.	

Chaque année, composée de 2 volumes in-4°, se vend séparément 20 *francs.*

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
A Agen	Allègre.
Amiens	Prévost-Allo.
Angoulême	Debreuil.
Angers	Barassé. Lachèse, Bellenvre et Cie.
Bayonne	Cazals.
Besançon	Marion.
Bordeaux	Chaumas. Sauvat.
Bourges	David.
Brest	Lefournier.
Caen	Legost-Clérisse.
Chambéry	Perrin.
Clerm.-Ferr.	Berthelage.
Dijon	Lamarche.
Grenoble	Drevet.
Lille	Beghin. Quarré.
Lorient	Mme Tiret.
Lyon	Beaud. Palud.
Marseille	Camoin frères. Bérard.
Montpellier	Coulet. Seguin.
Nantes	Douillard frères. Mme Veloppé.
A Nancy	Mlle Gonet. Grosjean.
Nîmes	Giraud.
Orléans	Vandecraine.
Poitiers	Létang.
Rennes	Hauvespre. Verdier.
Rochefort	Boucard. Valet.
Rouen	Lebrument. Herpin.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Rumèbe. Ravel.
Toulouse	Gimet. Privat.

On souscrit aux mêmes conditions,

	chez Messieurs :
A Metz	Ballet. Rousselot. Warion.
Mulhouse	Perrin.
Strasbourg	Derivaux. Simon. Treuttel et Wurtz.

On souscrit, à l'Etranger,

	chez Messieurs :
A Amsterdam	L. Van Bakkenes et Cie.
Barcelone	Verdaguer.
Berlin	Asher et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Boston	Sever et Francis.
Bruxelles	Decq. Muquardt.
Cambridge	Dighton.
Édimbourg	Seton et Mackenzie.
Florence	Jouhaud.
Gand	Lebrun-Devigne.
Genes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Blanc, Imer et Lebat.
Leipsig	Brockhaus. Dürr. Voss.
Liége	Bounameaux. Gnusé.
Lisbonne	Silva junior et Cie.
Londres	Asher et Cie. Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Büch.
Milan	Dumolard frères.
Moscou	Gautier.
A Madrid	Bailly-Baillière. Duran. Ve Poupart et fils.
Naples	Pellerano.
New-York	Christern.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Pédone-Lauriel.
Porto	Mme Vve Moré. Chardron.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bleggi.
Rotterdam	Kramers.
Stockholm	Bonnier. Samson et Wallin.
St-Pétersb.	Issakoff. Mellier. Wolff.
Trieste	Münster.
Turin	Bocca frères. Mariotti.
Varsovie	Hösick. Gebethner et Wolff
Venise	Münster.
Vérone	Münster.
Vienne	Gerold et Cie.
Zürich	Orell, Füssli et Cie. Schmidt.

TABLE GÉNÉRALE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Vol. in-4°; 1853. Prix. . . . . 20 fr

Tomes 32 à 61. — (1er janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Vol. in-4°; 1870. Prix . . . . 20 fr

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome Ier : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbation[s] qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dan[s] la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Vol. in-4°, avec 32 planches. . . . . 25 fr

Tome II : Mémoire sur les Vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une Réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie de[s] Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les diffé[-] » rents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée » . — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs, » par M. le Professeur Bronn. In-4°, ave[c] 27 planches, 1861. . . . . 25 fr

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, successeur de MALLET-BACHELIER,
QUAI DES AUGUSTINS, 55.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 22 Juin 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

1874.

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS,

TOME LXXVIII.

N° 26 (29 Juin 1874).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1874.

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans la séance du 23 Juin 1862.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composeront des extraits des travaux des Membres de l'Académie et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* aura en moyenne 40 pages ou 5 feuilles.

26 numéros composeront un volume.

Il y aura 2 volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires lus par les Membres de l'Académie comprendront au plus 8 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne pourra donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne seront mentionnées dans les *Comptes rendus* qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur aura été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires seront soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement seront imprimés en entier.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduira pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant si les Membres qui y ont pris part insistent pour qu'il en soit fait mention, ils devront rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donneront lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie seront imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le seront qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne feront pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres de l'Académie pourront être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasseront pas 4 pages.

Les Membres qui présenteront ces Mémoires seront tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fera la présentation sera toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugeront convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre devra être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire sera inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait sera renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'auront pas de planches.

Le tirage à part des articles sera aux frais des auteurs; il n'y aura d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois la Commission administrative fera un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 JUIN 1874.

PRÉSIDENCE DE M. BERTRAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le général **Morin** communique à l'Académie la dépêche suivante, expédiée le 23 juin de Rio de Janeiro et arrivée à Paris le 24 au soir :

« Service de Rio de Janeiro à Paris, Via Falmouth,
23 juin, 6 heures.

» Télégraphe électrique établi de l'Europe au Brésil. En vous adressant mes félicitations pour cette victoire de la Science, je vous prie de faire part de ma satisfaction à tous vos Confrères de l'Académie des Sciences, auxquels je dois tant de marques de bienveillance.

« Don Pedro. »

L'Académie a télégraphié immédiatement sa réponse à Sa Majesté l'Empereur du Brésil.

« *A Sa Majesté l'Empereur du Brésil, à Rio de Janeiro.*

» L'Académie, touchée du souvenir de Sa Majesté, lui offre ses remercîments, ses respects et ses vœux.

» Dumas. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une propriété nouvelle du rhodium métallique;* par MM. **H. Sainte-Claire Deville** et **H. Debray** (1).

« Nous avons constaté depuis longtemps, en employant le zinc comme dissolvant des métaux du platine, que les matières pulvérulentes et métalliques obtenues après la séparation du zinc par les acides avaient des propriétés singulières que nous avons étudiées avec soin.

» De même, quand on précipite le rhodium et l'iridium de leurs dissolutions par l'acide formique ou l'alcool, les poudres métalliques très-divisées ont des propriétés curieuses dont nous ne dirons que quelques mots pour prendre date. Dérangés de nos études par la nécessité de préparer de grandes quantités (27 kilogrammes) d'iridium pur pour le mètre international, obligés de séparer les unes des autres les matières précieuses dont nous avons eu la disposition en cette circonstance, nous désirons nous réserver la possibilité de compléter les recherches très-laborieuses dont nous donnons ici quelques résultats.

» Le rhodium, dans l'état particulier qui nous occupe, décompose avec dégagement de chaleur l'acide formique et le réduit à des éléments plus simples, hydrogène et acide carbonique. Cette action continue presque indéfiniment.

» Nous ne dirons rien du phénomène calorifique que nous mesurons en ce moment et dont le résultat ne peut que confirmer les belles et classiques découvertes de M. Berthelot sur ce corps explosif si remarquable; d'ailleurs le phénomène calorifique est lui-même fort compliqué. Nous l'analyserons de notre mieux avec le calorimètre.

» A une température à peine supérieure à la température ordinaire, le rhodium pulvérulent transforme l'alcool au contact des alcalis : il se dégage de l'hydrogène et par conséquent il se forme de l'acétate alcalin au sein d'une liqueur même très-étendue.

» Ce qui rattache ces faits aux faits si intéressants qui ont été publiés par M. Gernez et qu'il expose encore aujourd'hui, c'est cette circonstance.

» Quand l'action du rhodium sur l'acide formique tend à s'affaiblir, il suffit de laver et de sécher le métal au contact de l'air pour que le phénomène de décomposition se reproduise avec son intensité primitive en

(1) La Communication faite par M. H. Sainte-Claire Deville d'un travail de M. Gernez, qui est exposé à la Correspondance de ce jour, a déterminé la publication de ce court extrait.

dégageant des volumes égaux d'acide carbonique et d'hydrogène. C'est une analogie de plus entre les phénomènes de l'ébullition, qui cesse quand l'air ne détermine plus la production des bulles de vapeur, et les phénomènes de décomposition, l'acide carbonique et l'hydrogène se comportant alors comme une vapeur qui tend à sortir du liquide.

» Le rhodium est donc un nouvel agent de transformation pour les composés chimiques, qui pourra, nous l'espérons, être utilisé. La température de ramollissement du cristal n'altère pas les propriétés de cette forme du rhodium.

» Le platine et le palladium, préparés d'une manière semblable, ne produisent aucun effet sur l'acide formique. L'iridium et le ruthénium agissent comme le rhodium. »

MÉCANIQUE ET THERMODYNAMIQUE. — *Théorie du choc des corps, en tenant compte des vibrations atomiques* (suite et fin) (1); par M. A. **Ledieu**.

§ IV. — Usage des relations générales obtenues dans les deux paragraphes précédents pour résoudre les questions de choc qui se présentent en mécanique industrielle.

« Les relations (4) et (5*bis*), appliquées tant au corps choqué qu'aux corps choquants pour divers mouvements virtuels remplissant les conditions voulues, fourniront un certain nombre d'équations servant à déterminer les *mouvements d'ensemble* des divers corps considérés.

» C'est ainsi que l'on procédera pour les machines à choc, telles que les systèmes à cames et à marteau ou à pilon.

» Mais la solution complète du problème exige, en général, qu'on ajoute à ces équations d'autres relations déduites de suppositions faites sur les vitesses à la fin de la collision. A cet effet, on admettra ou qu'il y a égalité (§ VI) entre les forces vives d'*ensemble* avant et après la rencontre; ou, comme on a plus généralement l'habitude de le faire en Mécanique industrielle, on supposera que les corps, après s'être choqués, demeurent en contact. Dans ce dernier mode d'opérer, on obtiendra le maximum de perte de travail due à la collision, ce qui est sans inconvénient en pratique, tandis qu'il n'en serait pas de même de l'hypothèse contraire.

» Au surplus, il importe de remarquer que les quantités $\int Q \cos(q, Q)\, dt$ et $\int F\, dt$ dépendent des valeurs que prennent à chaque instant du choc la

(1) Voir pour la première partie le *Compte rendu* du 22 juin.

grandeur et la direction des actions moléculaires Q qui compriment le corps considéré aux endroits de contact, grandeur et direction qui varient sans cesse pendant la durée de la collision. Mais, dans les applications, il ne résulte de là aucune difficulté; car on traite les quantités en question comme des inconnues, qu'on se borne du reste à éliminer, attendu que la connaissance de leurs valeurs n'est d'aucun usage.

» M. Darboux a donné avec beaucoup de talent, dans les *Comptes rendus* des 1er et 8 juin dernier, le moyen de déterminer pour tout corps choqué : 1° l'*impulsion normale* relative à toute la durée de la collision; 2° l'*impulsion tangentielle*, c'est-à-dire l'impulsion due au frottement pendant le choc.

» Mais le calcul de la première de ces quantités ne convient qu'au cas où le frottement est nul; et la détermination de la seconde, qui est du reste généralement très-complexe, exige que l'on fasse des hypothèses sur les vitesses à la fin du phénomène.

» D'après cela, et en considérant la manière dont nous venons de résumer le problème général du choc sous le rapport des applications, nous ne voyons pas que les dernières formules de M. Darboux aient fait avancer la question au point de vue pratique. Elles n'en demeurent pas moins fort intéressantes comme résultat théorique. Empressons-nous d'ajouter que l'éminent M. Phillips avait traité, dès 1849, la deuxième des questions dont il s'agit, en suivant toutefois une méthode différente (voir t. XIV du *Journal de M. Liouville*, 1re série).

§ V. — Expression générale de la perte ou du gain de force vive d'ensemble d'un corps choqué entre deux instants quelconques de la collision. — Véritable expression du théorème de Carnot.

» Si l'on prend pour mouvement virtuel satisfaisant aux conditions voulues celui qui correspond au mouvement réel *d'ensemble* du solide fictif du corps choqué à un instant quelconque de la collision, δx, δy, δz deviendront respectivement égaux à $A_x\,dt$, $A_y\,dt$, $A_z\,dt$. On tirera dès lors de l'équation (4) la relation

$$(6)\quad \left\{ \begin{aligned} &\Sigma m[(A_{1,x})^2 + (A_{1,y})^2 + (A_{1,z})^2] - \Sigma m[(A_{1,x}A_x) + (A_{1,y}A_y) + (A_{1,z}A_z)] \\ &\quad = \Sigma m \frac{\delta q}{dt} \int Q \cos(q, Q)\, dt; \end{aligned} \right.$$

$\frac{\delta q}{dt}$ est justement ici la vitesse d'ensemble de tout point de contact du corps choqué avec le corps choquant, au second moment considéré de la collision.

» Il est facile d'éliminer, dans la relation précédente, les doubles produits, à l'aide des équations de la forme

$$(A_{1,x}A_x) = \frac{1}{2}[A_{1,x}^2 + A_x^2 - (A_x - A_{1,x})^2].$$

» D'ailleurs, on sait que $A_x^2 + A_y^2 + A_z^2 = A^2, \ldots$ Dès lors, la relation (6) devient

$$(6\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} \frac{\Sigma m A^2}{2} - \frac{\Sigma m A_1^2}{2} &= \Sigma m[(A_x - A_{1,x})^2 + (A_y - A_{1,y})^2 + (A_z - A_{1,z})^2] \\ &\quad - \Sigma \frac{\delta q}{dt}\int Q\cos(q,Q)\,dt. \end{aligned}\right.$$

» Cette équation donne la perte ou le gain de forces vives *d'ensemble* du corps considéré pendant une fraction quelconque de la durée du choc, en fonction des vitesses qui ont leurs composantes de la forme $(A_x - A_{1,x})$, $(A_y - A_{1,y})$, $(A_z - A_{1,z})$, et qui conséquemment combinées avec les vitesses de l'espèce A_1 reproduisent les vitesses de l'espèce A, et sont appelées pour ce motif les *vitesses d'ensemble perdues* ou *gagnées* pendant ladite action.

» On déduit, comme corollaire de l'équation (6 *bis*), le théorème donné par Carnot, pour le cas du choc de corps mous; mais il faut expressément convenir d'entendre par *corps mous* les corps qui, demeurant juxtaposés après le choc, conservent une vitesse d'ensemble commune aux points de contact, *sans éprouver d'ailleurs aucune déformation sensible* par le fait de la collision. Cette restriction, expressément motivée par la condition de *déformation insensible*, renfermée dans l'équation (4) du § II, a été introduite dans les raisonnements qui ont conduit à l'équation (6 *bis*).

» Cela dit, pour arriver au théorème de Carnot, il faut remarquer d'abord que les actions moléculaires réciproques d'un des corps sur l'autre se trouvent sans cesse égales et de signe contraire pendant toute la durée du choc; et de plus qu'à la fin du phénomène les vitesses d'ensemble $\frac{\delta q}{dt}$, $\frac{\delta q'}{dt}$ des points de contact se confondent, *par hypothèse*, en grandeur et en direction. Dès lors, si l'on combine l'équation (6 *bis*) avec son analogue relative au corps choquant obtenue en accentuant les lettres qui représentent des quantités de même espèce, les deuxièmes termes des seconds membres s'annuleront; et il restera

$$\begin{aligned} \left(\frac{\Sigma m A^2}{2} - \frac{\Sigma m A_1^2}{2}\right) + \left(\frac{\Sigma m' A'^2}{2} - \frac{\Sigma m' A_1'^2}{2}\right) &= \frac{\Sigma(m A^2 + m' A'^2)}{2} - \frac{\Sigma(m A_1^2 + m' A_1'^2)}{2} \\ &= \Sigma m[(A_x - A_{1,x})^2 + (A_y - A_{1,y})^2 + (A_z - A_{1,z})^2] \\ &\quad + \Sigma m'[(A'_x - A'_{1,x})^2 + (A'_y - A'_{1,y})^2 + (A'_z - A'_{1,z})^2]; \end{aligned}$$

ce qui n'est autre que le théorème de Carnot, exprimé conformément à la réalité des choses, c'est-à-dire en fonction des *vitesses d'ensemble.*

» Il importe au surplus de remarquer que l'emploi de ces vitesses n'est pas *facultatif*, mais qu'il est indispensable pour la *réalité* du théorème; car l'annulation précitée des termes de la forme $-\Sigma \frac{\delta q}{dt} \int Q \cos(q, Q)\, dt$ exige expressément que l'on considère le *mouvement d'ensemble.*

§ VI. — Différents cas d'égalité entre les forces vives totales, soit réelles, soit d'ensemble, avant et après le choc.

» L'équation (6 *bis*) du paragraphe précédent, qui ne convient d'ailleurs qu'aux *vitesses d'ensemble*, ne saurait, *même pour ces vitesses*, donner la solution de la présente question, attendu que, combinée avec l'équation analogue relative au second corps, elle conduirait à une relation dont le deuxième membre ne saurait se traduire qu'en une condition géométrique de forme complexe et aucunement pratique.

» Il faut dès lors avoir recours au principe des forces vives. Dans cette application, nous négligerons les travaux des forces P pendant la durée du choc, lesquels sont évidemment d'une petitesse extrême. Nous remarquerons d'ailleurs que les actions mutuelles qui s'exercent entre les atomes des deux corps, et qui donnent lieu aux résultantes Q et Q', appliquées à chaque atome de l'un ou l'autre corps, sont égales et opposées deux à deux. Enfin nous ferons observer qu'il n'y a plus besoin ici de supposer que les corps demeurent immobiles dans l'espace pendant la collision.

» Cela posé, le principe des forces vives donne

$$\Sigma \int Q \cos(q, Q)\, dq + (\Phi - \Phi_1) = \Sigma m \frac{(v_1^2 - v^2)}{2}$$
$$= \Sigma \int Q' \cos(q', Q')\, dq' + (\Phi' - \Phi'_1) = \Sigma m \left(\frac{v_1'^2 - v'^2}{2}\right).$$

En additionnant ces deux équations terme à terme il vient

$$(7) \left\{ \begin{aligned} &\int [Q \cos(q, Q)\, dq + Q' \cos(q', Q')\, dq'] + (\Phi - \Phi_1) + (\Phi' - \Phi'_1) \\ &\quad = \frac{\Sigma(mv_1^2 + m'v_1'^2)}{2} - \frac{\Sigma(mv^2 + m'v'^2)}{2}. \end{aligned} \right.$$

» Lorsque deux corps sont assez rapprochés pour que leurs actions moléculaires réciproques se fassent sentir, il existe une *fonction des forces* relative à ces actions. Il semble plausible de lui donner le nom de *potentiel au contact*. La quantité $\int [Q \cos(q, Q)\, dq + Q' \cos(q', Q)\, dq']$ n'est autre que

la différence entre les deux valeurs que possède le potentiel au contact à la fin et au commencement de la collision.

» Pour qu'il y ait égalité entre les forces vives *réelles* totales avant et après le choc, il faut et il suffit que le premier membre de l'équation (7) soit égal à zéro. Mais si l'on réfléchit à l'indépendance des énergies potentielles des deux corps tant l'un vis-à-vis de l'autre qu'à l'égard du potentiel au contact, l'annulation dont il s'agit exige qu'en général chaque énergie potentielle ainsi que le potentiel au contact reprennent respectivement, à la fin du phénomène, leur valeur du début.

» Ces conditions conviennent expressément aux *corps élastiques;* mais elles peuvent encore se rencontrer dans le cas de *corps mous* ne se déformant pas sensiblement, et par suite conservant la même énergie potentielle, si par ailleurs les deux corps en présence ne se trouvent pas soudés ou au moins collés ensemble après la collision. Ce fait n'est pas, bien entendu, en contradiction avec le théorème de Carnot; car ce théorème se rapporte aux *vitesses d'ensemble* et non aux *vitesses réelles,* et l'on conçoit dès lors que les forces vives d'*ensemble* perdues ou gagnées correspondent à une augmentation ou à une diminution des forces vives vibratoires.

» Occupons-nous maintenant de l'égalité des forces vives d'*ensemble* totales avant et après le choc. Il faut pour cela commencer par nous rappeler la relation (6 *bis*) des *Comptes rendus* du 28 juillet 1873, qui lie les forces vives *réelles* aux forces vives d'*ensemble* et *vibratoires*, savoir :

$$\Sigma m v^2 = \Sigma m \mathrm{A}^2 + \Sigma m a^2.$$

Dès lors, le deuxième membre de notre équation (7) ci-dessus pourra s'écrire

$$(8)\qquad \Sigma\left(\frac{m\mathrm{A}_1 + m'\mathrm{A}'^2_1}{2}\right) - \Sigma\left(\frac{m\mathrm{A}^2 + m'\mathrm{A}'^2}{2}\right) + \frac{\Sigma m(a_1^2 - a^2)}{2} + \frac{\Sigma m'(a'^2_1 - a'^2)}{2};$$

mais rappelons-nous (*Comptes rendus* du 18 août 1873) que

$$\frac{\Sigma m a^2}{2} = k\mathrm{ET}\,\Sigma m g,$$

en désignant par

k la chaleur spécifique absolue;

E l'équivalent mécanique de la chaleur;

T la température absolue;

g l'accélération des graves.

» L'expression (8) deviendra alors

$$(8\,bis)\qquad \left\{ \begin{array}{l} \Sigma\left(\dfrac{m\,\text{A}_1^2 + m'\,\text{A}_1'^2}{2}\right) - \Sigma\left(\dfrac{m\,\text{A}^2 + m'\,\text{A}'^2}{2}\right) \\ \qquad + k\text{E}(\text{T}_1 - \text{T})\Sigma mg + k'\text{E}(\text{T}'_1 - \text{T}')\Sigma m'g'. \end{array} \right.$$

» D'après cette expression, on voit que l'égalité des forces vives d'*ensemble* totales avant et après le choc aura lieu dans les mêmes conditions que l'égalité des forces vives *réelles, pourvu que les corps reprennent respectivement leur température primitive*. Mais en pratique cela ne se présente jamais : la chaleur développée pendant la collision se communique en partie aux pièces voisines du mécanisme, et en partie aux matières lubrifiantes, pour se perdre ensuite dans l'air ambiant. C'est là ce qui occasionne les pertes de travail moteur engendrées par le choc des organes dans les machines.

» Il est intéressant de remarquer que la propagation de la chaleur due au choc, autrement dit l'accroissement des forces vives vibratoires, se produit suivant des files déterminées d'atomes de la surface du corps choqué, et non sur tous les atomes à la fois de cette surface. C'est ce qui résulte de l'intéressante Communication de M. Tresca insérée aux *Comptes rendus* du 8 juin 1874. L'habile ingénieur a constaté, dans le forgeage du lingot de platine iridié destiné à la confection des nouveaux étalons métriques, que chaque coup de marteau produisait sur le platine un dessin lumineux présentant la forme d'un X écrit en lignes de feu.

§ VII. — Observations a propos de la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur par l'écrasement du plomb.

» Nous ne terminerons pas notre étude sur le choc sans dire un mot de la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur par l'écrasement du plomb, suivant une des méthodes adoptées par M. Hirn pour cette détermination.

» Dans l'expérience dont il s'agit, on se sert d'un bélier suspendu horizontalement par des cordes qui le forcent à se mouvoir parallèlement à lui-même. Ce bélier vient écraser un morceau de plomb contre une sorte d'enclume suspendue aussi horizontalement, et qui peut subir un recul sous l'effet du choc. Le bélier et l'enclume ont des masses considérables par rapport à celle du morceau de plomb ; ils sont de plus en matière très-dure. On comprend tout de suite que, connaissant la hauteur de la chute du bélier d'une part, la quantité dont le plomb et l'enclume remontent après le choc d'autre part, et enfin les poids des trois corps considé-

rés, il sera facile de calculer le travail exact θ produit par la pesanteur pendant l'expérience. Ce travail sera considérable à cause des masses en action.

» D'un autre côté, eu égard à la dureté des matières du bélier et de l'enclume, on peut admettre que les potentiels au contact entre ces corps et le plomb reprennent respectivement leur valeur primitive après le choc. Il y a également lieu de supposer pour le même motif que le bélier et l'enclume conservent sensiblement leurs températures et par suite leurs forces vives vibratoires moyennes, ainsi que leurs énergies potentielles du début.

» Tout cela posé, appliquons l'équation des forces vives au système des trois corps dont il s'agit, *en y introduisant les conditions dont nous venons de parler,* et en adoptant les lettres sans accent pour représenter les éléments relatifs au plomb. Il viendra d'abord

$$\theta + (\Phi - \Phi_1) = \frac{\Sigma(mv_1^2 + m'v_1'^2 + m''v_1''^2)}{2} - \frac{\Sigma(mv^2 + m'v'^2 + m''v''^2)}{2}.$$

» Remplaçons dans le second membre de cette équation les vitesses *réelles* par leurs valeurs (§ VI) en fonction des vitesses d'*ensemble* et des vitesses *vibratoires;* mais observons que toutes les vitesses d'ensemble sont nulles au commencement et à la fin de l'expérience, et que, pour le bélier et l'enclume, leurs forces vives vibratoires n'ont pas varié sensiblement.

» On obtiendra ainsi

$$\theta + \Phi - \Phi_1 = \frac{\Sigma m a_1^2}{2} - \frac{\Sigma m a^2}{2}.$$

» En remplaçant dans le second membre de cette dernière équation les forces vives vibratoires du plomb par leur expression (§ VI) en fonction des températures, nous arriverons enfin à la relation

$$\theta + \Phi - \Phi_1 = k\mathrm{E}(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T})\,\Sigma mg,$$

d'où

$$\mathrm{E} = \frac{\theta + \Phi - \Phi_1}{k(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T}) \times \Sigma mg}.$$

» Donc, pour déterminer par la méthode qui nous occupe l'équivalent mécanique de la chaleur, il faudrait connaître la variation d'énergie potentielle $(\Phi - \Phi_1)$ éprouvée par le plomb, ainsi que la chaleur spécifique absolue k de cette substance. M. Hirn s'est borné, pour cette détermination, à poser

$$\mathrm{E} = \frac{\theta}{\mathrm{K}'(\mathrm{T}_1 - \mathrm{T}) \times \Sigma mg},$$

K' étant la chaleur spécifique vulgaire du plomb écrasé.

» Or, d'après notre Note des *Comptes rendus* du 5 janvier 1874, on a

$$\mathrm{K}' = k + \frac{\frac{d\Phi_1}{d\mathrm{T}}}{\mathrm{E}\Sigma mg},$$

en négligeant, du reste, le travail extérieur dû à la pression atmosphérique. Comme l'expérience constate que K' est constant entre des températures qui ne sont pas très-écartées, et comme k est lui-même invariable, il s'ensuit qu'entre ces températures $\frac{\frac{d\Phi_1}{d\mathrm{T}}}{\mathrm{E}\Sigma mg}$ = *une certaine constante* C.

» D'après cela, pour que le mode d'opérer de M. Hirn soit acceptable, il faudrait qu'on ait

$$\frac{\theta + (\Phi - \Phi_1)}{k} = \frac{\theta}{k + \mathrm{C}} = \frac{\theta}{k} - \frac{\theta \mathrm{C}}{(k + \mathrm{C})k},$$

soit

$$\frac{\Phi_1 - \Phi}{k} = \frac{\theta \mathrm{C}}{(k + \mathrm{C})k}.$$

» Or rien ne dit que cette égalité ait lieu d'une manière générale. Donc la détermination de E par l'écrasement du plomb n'est pas admissible. Si ce procédé donne un chiffre qui concorde avec ceux obtenus par les autres méthodes, il faut en conclure que pour le plomb $(\Phi - \Phi_1)$ est négligeable par rapport à θ, et que K' diffère peu de k. »

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur les spectres des vapeurs aux températures élevées.* Note de M. **J.-N. Lockyer.**

M. Lockyer adresse deux Notes ayant pour objet : 1° la structure moléculaire des vapeurs, considérée dans ses rapports avec leurs densités ; 2° la manifestation des modifications qui se produisent dans la structure des molécules.

Sans parler, pour le moment, des hypothèses qui ont servi de guide à M. Lockyer et sur lesquelles il se propose de revenir, et tout en ajournant, selon ses désirs, la publication des conclusions auxquelles il a été conduit, nous avons extrait de sa Communication le procédé nouveau qu'il a imaginé pour l'observation des spectres des vapeurs et les résultats que ses expériences lui ont fournis directement.

« Les premières expériences ont été faites, en décembre 1873, avec du zinc dans un tube de verre fermé à chaque bout par une plaque de verre.

» Le tube a été chauffé dans un fourneau à gaz, d'Hoffmann, des fragments du métal dont on voulait étudier le spectre étant introduits dans le tube, pendant qu'on y faisait passer un courant d'hydrogène sec.

» Le tube en fer a 4 pieds de longueur, et il est muni d'un élargissement central, qui peut fournir un tube en T, par l'introduction d'un tube latéral dont on laisse passer l'extrémité par la porte, dans le haut du fourneau. Les extrémités du tube principal peuvent être fermées par deux petits tubes en fer dont un des bouts est clos par une plaque de verre, et qui ont chacun un petit tube latéral pour laisser passer l'hydrogène ou tout autre gaz à travers le tube chauffé. Le fourneau est rempli de coke ou de charbon de bois; une lampe électrique, alimentée par 30 éléments de la pile de Grove, se trouve à un bout du tube et un spectroscope à un prisme à l'autre.

» On peut établir quatre divisions dans les températures données successivement par le fourneau :

» 1° Quand le spectre continu du tube s'étend jusqu'à la ligne D du sodium, cette ligne n'étant pas visible;

» 2° Quand le spectre continu s'étend un peu plus loin que D, cette ligne étant visible comme ligne brillante;

» 3° Quand le spectre s'étend jusqu'au vert, la ligne D étant très-brillante;

» 4° Quand le spectre s'étend plus loin que le vert et que D devient invisible comme ligne, les côtés du fourneau étant à une chaleur rouge.

» Pour atteindre les troisième et quatrième étages de chaleur, le fourneau doit avoir une cheminée, sans laquelle il ne serait pas possible d'obtenir le tirage nécessaire. M. le professeur Roscoë m'ayant appris, il y a quelque temps, que, avec un tube porté à une grande chaleur, il avait observé de nouveaux spectres de Na et de K, je les désigne comme *nouveaux spectres*, et j'ai pu les voir constamment, au moyen de ce fourneau à cheminée.

» Les résultats des expériences, en tant qu'ils se rapportent au spectre visible, peuvent être énoncés ainsi :

H. Pas d'absorption.

N. Pas d'absorption.

K. J'ai observé, ou séparément ou ensemble :

- α. Absorption de la ligne près de D;
- β. Absorption continue dans tout le spectre;
- γ. Absorption continue dans le rouge et le bleu en même temps, la lumière étant transmise par le milieu du spectre, comme par une feuille d'or;
- δ. Absorption continue qui s'attache à un côté ou à l'autre de la ligne (ce phéno-

mène, autant que je sache, est tout à fait nouveau et sera décrit dans une autre Note);

ε. Le *nouveau spectre*.

Na. J'ai observé, ou séparément ou ensemble :

α. Absorption de D;

β. Absorption continue dans tout le spectre;

γ. Absorption continue qui s'attache à un côté ou à l'autre de la ligne D;

δ. Le *nouveau spectre*.

Zn. Absorption continue dans le bleu (on voit quelquefois une ligne inconnue dans le vert, mais ce n'est pas une ligne du zinc).

Cd. Absorption continue dans le bleu.

Sb. Un nouveau spectre avec des espaces cannelés et avec absorption dans le bleu.

P. Le même (celui-ci cependant, à cause de la délicatesse extrême du spectre, demande à être vérifié).

S. Spectre cannelé (déjà observé par Salet).

As. Un spectre probablement cannelé (ces observations demandent aussi à être répétées).

Bi. Pas d'absorption.

I. Spectre cannelé dans le vert, avec une bande intense d'absorption générale dans le violet, où, aux températures ordinaires, la vapeur laisse passer de la lumière.

Hg. Pas d'absorption.

» Ces résultats peuvent être ainsi résumés :

	Densité de vapeur.	Poids atomique moderne.	
H....	1	1	Pas d'absorption visible.
K....	39	39	Absorption des lignes.
As....	150	75	Probablement spectre d'espaces cannelés.
Cd...	56	112	Absorption continue dans le bleu.
I....	127	127	Absorption d'espaces cannelés + absorption d'une bande dans le violet.
Hg...	100	200	Pas d'absorption.
N....	14	14	» »
P....	62	31	Probablement spectre d'espaces cannelés.
Na...	?	23	Absorption des lignes.
Zn...	?	65	Absorption continue dans le violet.
Sb...	?	122	Spectre d'espaces cannelés et absorption dans le bleu.
L....	32	32	Spectre d'espaces cannelés.
Bi....	?	208	Pas d'absorption.

» On voit par les considérations précédentes que, si l'on considère des spectres semblables comme indicateurs des conditions moléculaires semblables, il est permis de dire que les vapeurs dont on a déterminé les densités n'étaient pas dans les mêmes conditions moléculaires. Ainsi, les vapeurs de K, S et Cd au quatrième étage de chaleur nous donnent respectivement des spectres de lignes, d'espaces cannelés et d'absorption continue dans le

bleu. Cela met aussi en évidence que les vapeurs sont non homogènes pendant un intervalle de temps considérable, cet intervalle étant augmenté en proportion de la réduction de la température. »

M. le baron **Larrey**, en présentant à l'Académie, de la part de M. le Dr Feuvrier, médecin-major de l'armée, en mission au Monténégro, deux observations inédites de morsures de vipère, les analyse ainsi :

« La première observation, dit M. Larrey, est relative à un jeune berger qui, en arrachant de l'herbe, le 4 juin dernier, est mordu par une vipère à la main droite, s'empresse de rejoindre un camarade, n'a que le temps de lui faire signe et tombe sans connaissance. Son père averti l'amène aussitôt chez M. Feuvrier, qui constate deux plaies, rapprochées l'une de l'autre sur l'éminence thénar, et tous les signes dus à la morsure de la vipère.

» Le médecin fait prendre d'abord à cet enfant une potion d'ammoniaque et en verse goutte à goutte sur les deux plaies, après les avoir réunies par une incision, à laquelle il applique un pansement imbibé aussi d'ammoniaque, en le remplaçant, la nuit, par un cataplasme émollient. Les accidents locaux d'engorgement se propagent de la main à tout le membre jusqu'à l'épaule, en même temps que les accidents généraux d'intoxication semblent s'aggraver. La vie de l'enfant paraît menacée.

» C'est en présence de cette situation que M. Feuvrier, s'inspirant de l'expérience de M. Oré, se croit autorisé, comme il le dit, à courir le hasard, sinon le danger, d'une injection d'ammoniaque dans les veines et en introduit une solution de sept gouttes étendue de vingt gouttes d'eau distillée dans la veine radiale du bras gauche. La douleur produite par l'injection paraît très-vive, les symptômes locaux persistent, s'aggravent même d'abord, et le soir l'engorgement du membre, toujours considérable, se complique de phlyctènes à la main; mais un peu d'amélioration se déclare, le lendemain matin, les symptômes généraux diminuent et les escarres de la main se détachent. L'amélioration progressive se soutient les jours suivants, les complications cessent tout à fait, et la plaie de la main se trouve, le 15 juin, en voie de guérison.

» La seconde observation nous montre aussi un enfant de douze ans, mordu le 5 juin par une vipère, à la main droite, au niveau de l'articulation carpo-métacarpienne du doigt médius.

» Une forte ligature avec une jarretière monténégrine est serrée sur l'avant-bras, aussitôt après la blessure. Trois plaies par morsure, compliquées de douleurs vives et d'un gonflement rapide de la main, provoquent

bientôt les effets symptomatiques de la lésion, suivis de ceux de la frayeur causée au jeune garçon par la vue du serpent.

» Application immédiate d'une ventouse qui se remplit aussitôt d'un sang très-noir et vite coagulé, cautérisation par le fer rouge, pansement avec des compresses imbibées d'eau froide et ablation de la ligature. Point d'accidents tout d'abord, mais le lendemain ils se déclarent assez intenses. Du sulfate de magnésie et des cataplasmes émollients renouvelés semblent améliorer l'état du petit malade; les accidents généraux n'offrent pas de gravité, en même temps que les accidents locaux diminuent, et après l'élimination de quelques phlyctènes la triple plaie se déterge, se cicatrise; au dixième jour, la guérison paraît définitivement assurée.

» La conclusion à tirer d'abord de la première observation, c'est que l'ammoniaque injectée dans les veines a pu contribuer à la guérison, sans que son emploi fût absolument nécessaire, puisque l'alcali volatil avait déjà été administré par les voies digestives et appliqué sur le foyer de la blessure. Rappelons aussi que les accidents sont parvenus à leur summum d'intensité aussitôt après l'injection dans les veines; mais, tout en tenant compte de la gravité souvent mortelle des morsures de vipères, au Monténégro, M. Feuvrier croît, avec une sage réserve, ne pouvoir attribuer exclusivement le succès aux injections intraveineuses d'ammoniaque. Il attendra donc, pour se prononcer, de nouvelles occasions d'expérimenter cette méthode hardie de traitement; et il fera bien de n'y recourir qu'après avoir échoué par des moyens plus simples.

» Quant à la seconde observation, elle montre l'insuffisance de la ligature du membre et confirme l'efficacité bien connue des ventouses scarifiées pour extraire immédiatement le venin de la plaie, ainsi que l'utilité de la cautérisation avec le fer rouge, pour prévenir ou neutraliser les effets de l'absorption. »

M. le baron Larrey présente, de la part de M. le Dr *Bérenger-Féraud*, médecin en chef de la Marine, un livre intitulé : *De la fièvre jaune au Sénégal, étude faite dans les hôpitaux de Saint-Louis et de Gorée.* Voici, sommairement, un aperçu de cet Ouvrage :

« La fièvre jaune a fait de fréquentes apparitions dans la colonie du Sénégal, depuis un siècle. Elle s'y est montrée, depuis 1830, cinq fois à l'état d'épidémie.

» M. Bérenger-Féraud, qui a passé cinq ans au Sénégal, en deux séjours, et qui a été chargé de la direction du service médical de la colonie, en 1872 et 1873, a mis à profit sa présence sur les lieux pour étudier la maladie et

les conditions de sa venue dans la Sénégambie française. Il consacre à la *Topographie* le premier Chapitre de son livre.

» Dans le Chapitre II, il fait l'*historique* des diverses épidémies, et montre que : 1° la fièvre jaune n'est jamais née spontanément sur place, mais a toujours été apportée du dehors, particulièrement de la Gambie; 2° que c'est toujours par l'inobservation des mesures quarantenaires que la fièvre jaune s'est introduite au Sénégal.

» Il a étudié la manière dont se fait l'importation, et a trouvé que, chaque fois, c'est par l'admission en libre pratique de bâtiments caboteurs apportant des Européens malades.

» Dans une série d'autres Chapitres, *Anatomie pathologique, marche, durée, terminaisons*, etc., la maladie a été décrite pour montrer : 1° qu'il ne peut y avoir aucune hésitation sur le *diagnostic*; 2° quel est le *traitement* mis en usage lors des diverses épidémies.

» Dans un dernier Chapitre (Chap. IX, *Prophylaxie*), l'auteur s'est basé sur ce qui ressort de l'*historique* pour proposer un ensemble de mesures ou de précautions destinées à empêcher la fièvre jaune de s'introduire dans la colonie, et à lutter contre son extension, dans le cas où elle pourrait atteindre un point quelconque du pays.

» Cette question des mesures préventives a eu la sanction de l'expérience en 1872. La fièvre jaune est venue à cette époque s'arrêter au lazaret de Dakar-Gorée, où elle a fait trois victimes, sans pénétrer plus avant dans nos possessions du Sénégal. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre qui remplira, dans la Section de Botanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Cl. Gay*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 47,

M. Chatin obtient	28	suffrages.
M. Baillon	10	»
M. Van Tieghem	8	»

Il y a un bulletin nul.

M. **Chatin**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

RAPPORTS.

RAPPORT *sur l'état des préparatifs pour les expéditions chargées par l'Académie d'aller observer le passage de Vénus sur le Soleil, le 9 décembre 1874*; par M. DUMAS, président de la Commission.

(Membres de la Commission : MM. les Membres des deux Sections d'Astronomie et de Géographie et Navigation; MM. Elie de Beaumont, Dumas et Fizeau.)

« Le 1er février 1869, le Ministre de l'Instruction publique écrivait au Président de l'Académie des Sciences :

« Les astronomes se préoccupent du grand événement scientifique qui signalera l'année 1874 : le passage de Vénus sur le Soleil, que les savants français devront aller observer presque aux antipodes. Le Gouvernement, de son côté, n'oublie pas qu'il est tenu de préparer tous les moyens de rendre leur dévouement moins pénible et plus profitable pour la science.

» Je vous prie donc, Monsieur le Président, de vouloir bien soumettre à l'Académie les questions suivantes, sur lesquelles le Gouvernement a besoin de ses lumières spéciales, pour décider les mesures administratives à prendre en vue des futures expéditions :

» 1° Quelles sont les stations dans lesquelles devront être envoyés les observateurs, et quel devra être le nombre de ces observateurs?

» 2° Quels sont les instruments dont ils devront être munis pour l'observation du passage de Vénus et pour les autres recherches dont ils pourraient être chargés? »

» Il serait inutile de rappeler aujourd'hui les autres questions posées à l'Académie; elles se rattachaient au plan d'une longue campagne scientifique, à travers l'Océan et dans l'autre hémisphère, que les circonstances n'ont pas permis de poursuivre.

» Après la lecture de cette Lettre, notre regretté Confrère M. E. Laugier annonçait à l'Académie que le Bureau des Longitudes s'était occupé de l'observation du passage de Vénus; qu'il avait examiné et discuté les stations qu'il conviendrait de préférer d'après les calculs de notre savant Confrère M. Puiseux. Il ajoutait que M. le Ministre de la Marine avait bien voulu, à la demande du Bureau, comprendre, au nombre des méridiens fondamentaux dont il faisait déterminer la position, ceux des lieux déjà indiqués comme étant les plus favorables à l'observation du passage.

» Le 21 janvier 1870, l'Académie constituait la Commission chargée de

signaler les stations principales de l'expédition, et elle approuvait les résultats de ses délibérations dans la séance du 14 mars 1870.

» La Commission désignait les stations, déterminait la composition du matériel de chacune d'elles, demandait que les observations fussent effectuées comparativement par les méthodes astronomiques et par les procédés de la Photographie, estimait à la somme de 300,000 francs la dépense pour l'acquisition du matériel, et réclamait le concours de la Marine pour former ou pour compléter le personnel scientifique nécessaire.

» Pendant qu'elle poursuivait ses études, notre Confrère M. Puiseux dressait plus complétement la carte, signalant, parmi les lieux accessibles de la Terre : ceux pour lesquels le Soleil reste sur l'horizon pendant toute la durée du passage de Vénus, ceux qui ne voient que l'entrée de la planète sur le Soleil, ceux qui permettent seulement d'observer la sortie, ceux, enfin, pour lesquels, pendant toute la durée du phénomène, le Soleil reste caché sous l'horizon. M. Puiseux indiquait, en outre, quelles localités convenaient mieux pour l'observation, s'il s'agissait d'employer la méthode de Halley et d'observer les contacts à l'entrée et à la sortie, c'est-à-dire de déterminer la durée du passage; quelles stations il convenait de choisir, si l'on se proposait d'utiliser la méthode de de l'Isle, la longitude étant exactement connue, et de déterminer seulement l'instant précis, soit de l'entrée, soit de la sortie de Vénus.

» Le travail de M. Puiseux est devenu le point de départ de toutes les décisions ultérieures de la Commission.

» En même temps, MM. Wolf et André soumettaient à une étude approfondie ce phénomène bizarre qui avait troublé tant d'observations dans le passé et qui avait jeté tant d'incertitude sur le moment précis des contacts. Au moyen de passages artificiels, ils montraient comment on pouvait faire apparaître ou disparaître à volonté cette goutte noire qui, à l'approche du phénomène, s'allonge et s'interpose entre les contours de Vénus et du Soleil, semble les souder et détermine un contact apparent qui rend impossible l'appréciation de l'instant précis du contact géométrique.

» Ils faisaient voir que cet accident était étranger au phénomène; qu'il était dû à l'imperfection de l'objectif de la lunette employée. Ils appelaient donc l'attention sur le choix des instruments; ils recommandaient la demi-argenture des objectifs, imaginée par notre illustre et regretté Confrère L. Foucault, précaution qui, écartant toute la chaleur et conservant une lumière suffisante, rend l'observation directe du Soleil aussi tranquille

pour l'œil de l'astronome que celle de la Lune. Ils insistaient particulièrement sur la nécessité d'exercer les délégués de l'Académie à la pratique de ces observations délicates, au moyen de passages artificiels.

» Notre Confrère M. Faye avait rappelé, dès lors, à l'Académie qu'en 1858 il avait obtenu déjà des épreuves photographiques de l'éclipse de Soleil sur lesquelles les disques des deux astres ne mesuraient pas moins de 14 centimètres de diamètre. Il insistait donc sur la nécessité de confier à la photographie la détermination de la position exacte de la planète sur le Soleil, aux divers instants du passage.

» Les malheurs de la guerre avaient mis longtemps obstacle à la poursuite des études de l'Académie sur ces objets; lorsqu'elle commençait à les reprendre, elle fut frappée par la perte successive de trois de ses membres qui avaient contribué, de la manière la plus convaincue, à la préparation des expéditions : MM. Delaunay et E. Laugier, de la Section d'Astronomie, M. le maréchal Vaillant, Président du Bureau des Longitudes. Ils furent remplacés par notre Confrère M. Fizeau et par les deux Secrétaires perpétuels.

» A cette époque, le choix des stations était à peu près fixé, le crédit de 300,000 francs était obtenu; mais il restait encore à déterminer la nature et l'importance des appareils propres à l'observation astronomique du phénomène, à choisir les méthodes et à créer le matériel propre à l'observation photographique, enfin à s'assurer le concours des observateurs compétents et courageux, indispensables au succès de l'entreprise.

» On était pressé par le temps, aucun appareil n'était même commencé. La Commission ne se découragea point, et lorsque les procès-verbaux de ses séances seront mis sous les yeux du public, on reconnaîtra qu'il a fallu tout le zèle de ses Membres et toute leur vigilance pour obtenir, au moment voulu, la livraison des instruments astronomiques, celle des appareils photographiques et celle des observatoires transportables; pour réunir autour d'elle, enfin, toutes les personnes qui ont bien voulu accepter la mission d'aller représenter la Science française dans les contrées lointaines, seules favorables à l'observation du phénomène.

» La première discussion qui s'éleva dans le sein de la Commission reconstituée porta sur l'objet même de l'entreprise. L'observation du passage de Vénus était-elle nécessaire pour déterminer la parallaxe du Soleil? La science ne pouvait-elle pas aujourd'hui apprécier par des moyens plus sûrs la distance du Soleil à la Terre, cette importante unité de mesure des espaces célestes?

» La Commission jugea que la question n'était plus opportune. L'Académie avait été consultée par le Ministre de l'Instruction publique au sujet de l'utilité des expéditions. Elle avait répondu affirmativement, et elle avait même indiqué le nombre des stations, choisi leurs positions et précisé le chiffre de la dépense à effectuer. L'Assemblée nationale avait voté le crédit. L'Angleterre, la Russie, les États-Unis, l'Allemagne, l'Italie, préparaient des expéditions nombreuses, pourvues de bons instruments et dirigées par des observateurs soigneusement exercés. La France devait-elle s'effacer aujourd'hui, lorsqu'il y a cent ans c'est elle qui avait donné l'impulsion aux entreprises célèbres pour lesquelles elle avait réclamé et obtenu, à cette époque, le concours de tous les pays civilisés? Qui pouvait affirmer qu'un phénomène aussi rare, bien observé, ne deviendrait pas l'occasion de quelque découverte imprévue? L'étude journalière des protubérances solaires n'est-elle pas le résultat d'une observation persévérante de ces éclipses totales de Soleil, qui semblaient depuis longtemps plutôt dramatiques pour les yeux de la foule qu'importantes pour les astronomes?

» La Commission pensa que l'observation du passage de Vénus sur le Soleil devait être poursuivie, comme moyen de faire connaître aujourd'hui avec précision la parallaxe du Soleil; comme moyen de fournir dans l'avenir à nos successeurs des résultats indispensables, peut-être, à des conceptions dont nous ne pouvons pas mesurer l'étendue, dont, surtout, nous ne devons pas prétendre borner le champ. Elle n'a voulu ni abdiquer le glorieux héritage de nos ancêtres, ni mériter les reproches de nos descendants. Elle a jugé que le moment serait mal choisi, d'ailleurs, pour laisser la France en dehors de ce grand concours scientifique, où les nations civilisées s'apprêtent à se mesurer sur un terrain qui appartient au passé de l'Académie et dans un combat où elle a tenu la première place, il y a cent ans.

» Mais la Commission, limitée par le temps, par les crédits et même par le personnel qui lui offrait son concours, ne pouvait entrer en concurrence avec la Russie, l'Angleterre ou les États-Unis, pour le nombre des stations. Elle s'est proposé, devant faire moins, de faire mieux, s'il était possible; en tout cas, de faire autrement.

» Il ne faut pas oublier, en effet, que si le passage de Vénus sur le Soleil ne revient que de siècle en siècle, il se répète deux fois à chaque période, à huit années de distance. Comme si, pour chaque génération qui doit en être témoin, il y avait un premier passage d'essai, destiné à éprouver toutes les méthodes que la science de l'époque peut fournir, et un second

passage définitif, offrant l'occasion d'appliquer celles qu'on aura reconnues d'abord comme les plus correctes.

» Les expéditions de 1874 ont donc ce double objet, qu'elles sont destinées à fournir les données qu'on attend d'elles et à préparer, par des épreuves préalables, le choix des méthodes qu'on devra préférer pour les expéditions de 1882. En conséquence, on ne saurait trop varier les procédés, dans les opérations actuelles.

» Ces considérations ont conduit la Commission à commander des équatoriaux de 8 pouces, non sans de longues discussions, qui ont même paru bien longues à celui qui avait accepté la lourde responsabilité de faire exécuter ces instruments dans les délais de rigueur. Dans tous les autres pays, on emploie des lunettes de 6 pouces au plus. La Commission a pensé, et tous nos chefs de station ont été de cet avis, qu'il valait mieux faire autrement, faire mieux et accepter les difficultés qui naîtraient de l'augmentation du volume et du poids des appareils. Cette décision rendait plus sûre l'observation du contact géométrique; elle écartait le phénomène accidentel de la goutte noire. Nous avons donc fait construire quatre équatoriaux de 8 pouces dont M. Evrard a fourni les objectifs pour quatre de nos stations. Le temps et les fonds nous manquaient également pour en fournir un cinquième à la station de Nouméa et un sixième à celle de Saïgon.

» Ces quatre équatoriaux, exécutés par M. Eichens, avec un soin, un talent, et surtout avec un désintéressement dont il n'a pas été seul à donner la preuve à la Commission, ont obtenu tous les suffrages. Après avoir servi, en 1874, une première fois à l'observation du passage de Vénus et en attendant qu'ils aient à fonctionner une seconde fois, en 1882, l'Académie peut être assurée que les établissements qui obtiendront d'elle le droit de s'en servir pour l'étude du ciel se regarderont comme favorisés.

» Chaque station a été munie d'ailleurs d'un second équatorial de 6 pouces, dont les observations seront tout à fait comparables à celles des stations des autres nations, qui, en général, ont adopté ce type. Deux de ces instruments ont été construits par M. Eichens avec le même soin et le même succès que les précédents. Deux autres, très-complets, préparés sous la direction de M. Turretini, dans l'atelier de construction d'instruments de précision que la ville de Genève possède, constitueront, pour les observatoires qui leur donneront asile, des moyens de travail excellents. Le cinquième et le sixième ont été fournis à la Commission par M. Secretan.

» Les instruments destinés aux observations astronomiques ont été distribués symétriquement, savoir :

	Stations australes.	Stations boréales
Deux équatoriaux d'Eichens de 8 pouces	....	Deux id.
Un équatorial d'Eichens de 6 pouces	....	Un id.
Un équatorial de Genève de 6 pouces	....	Un id.
Un équatorial de Secretan de 6 pouces	....	Un id.

» A l'égard des observations photographiques, la Commission avait à choisir entre deux systèmes : le premier, adopté par M. Delaunay, dont l'exécution avait été confiée à M. Martin; le second, proposé par M. Fizeau, pour l'exécution duquel notre Confrère s'est associé M. Cornu, professeur à l'École Polytechnique. La préférence ayant été accordée au dernier, l'exécution des appareils fut confiée à M. Lorieux, qui s'en est acquitté avec autant de désintéressement que de talent.

» M. le Ministre des Travaux publics ayant mis à la disposition de la Commission l'établissement des Phares, le laboratoire expérimental de l'École des Ponts et Chaussées et les cabinets de l'École des Mines, M. Fizeau a pu profiter de l'excellente installation de l'atelier photographique de cette dernière École et de l'hospitalité de son directeur, M. Daubrée, pour y former, à la pratique générale des opérations délicates de la daguerréotypie, les membres, présents à Paris, de cinq de nos expéditions.

» En même temps, la Commission qui, grâce à la bienveillance de M. le Préfet de la Seine, avait pu disposer au Luxembourg de la terrasse du palais pour l'observation des passages artificiels, et de la nouvelle orangerie pour l'étude et la réception de ses équatoriaux, installait, sur l'emplacement de l'ancienne pépinière, une cabane destinée spécialement à la répétition exacte des opérations photographiques qu'il y aura lieu d'effectuer au moment du passage. La lunette fixée horizontalement, le miroir mobile d'héliostat, les plaques d'argent iodurées recevant l'image du Soleil au foyer de la lunette, tout est disposé et fonctionne comme s'il s'agissait de prendre l'empreinte des deux astres au moment du phénomène. Les soins de notre Confrère M. Fizeau ont été de tous les jours. Après avoir fourni le principe de la méthode, il a voulu en assurer la parfaite exécution, en prenant part, sans relâche, aux travaux préparatoires des observateurs qu'il s'agissait de former.

» L'observation astronomique du passage s'effectuera donc dans quatre de nos stations avec des lunettes de 8 pouces, supérieures, sous tous les rapports, à celles qui ont été adoptées pour les expéditions des autres pays. Dans nos six stations, les observateurs auront en outre, à leur disposition, des lunettes de 6 pouces, dont les résultats seront comparables à ceux que

les autres nations auront obtenus. La Commission n'a pu organiser les observations photographiques que dans cinq de ses stations. Les expéditions arrêtées par la Commission sont dirigées sur les points suivants :

» *Missions australes :* île Campbell, île Saint-Paul, Nouméa.

» *Missions boréales :* Pékin, Yokohama, Saïgon.

» Le personnel des cinq stations a été constitué de la manière suivante :

Mission de l'île Campbell.

Chef de la mission : M. Bouquet de la Grye, ingénieur hydrographe de la Marine;
M. Hatt, sous-ingénieur hydrographe de la Marine;
M. Courrejolles, lieutenant de vaisseau;
M. Filhol, naturaliste voyageur du Muséum.

Mission de l'île Saint-Paul.

Chef de la mission : M. Mouchez, capitaine de vaisseau;
M. Cazin, professeur au lycée Condorcet;
M. Turquet, lieutenant de vaisseau;
M. Delisle, naturaliste voyageur du Muséum.

Mission de Nouméa.

Chef de la mission : M. André, astronome de l'Observatoire;
M. Angot, physicien.

Mission de Pékin.

Chef de la mission : M. Fleuriais, lieutenant de vaisseau;
M. Blarez, lieutenant de vaisseau;
M. Lapied, enseigne de vaisseau.

Mission de Yokohama.

Chef de la mission : M. Janssen, membre de l'Institut;
M. Tisserand, directeur de l'Observatoire de Toulouse;
M. Picard, lieutenant de vaisseau.

Mission de Saïgon.

M. Héraud, ingénieur hydrographe de la Marine.

» Nos expéditions comptent donc, outre les deux naturalistes, quinze observateurs, astronomes ou physiciens, aidés d'autant d'auxiliaires, et mettent en mouvement plus de cinquante personnes.

» M. le Ministre de la Marine, M. Dompierre d'Hormoy, avait permis que dix de ses officiers les plus distingués, pour la plupart déjà bien connus de l'Académie, et dont plusieurs lui avaient demandé d'être relevés de leurs commandements ou de leur service actif, fussent associés à ces travaux. Ce n'est pas sans émotion que nous avons reçu de l'arme de la Marine et de son chef, si digne de la représenter, les témoignages réitérés du respect

et de l'attachement qu'elle professe pour l'Académie. Nous en reportons toute la reconnaissance à ces vieilles traditions de confraternité qui, depuis deux siècles, unissent le corps de la Marine à notre Compagnie. Nous la reportons surtout, parmi tant d'autres, au souvenir, toujours vivant, des Laplace, des Beautems-Beaupré, des Arago, des Cuvier, qui ont si bien mérité de la Navigation par leurs travaux immortels, ou qui, en organisant les voyages autour du monde, ont fourni à nos marins, il y a un demi-siècle, l'occasion de rendre les plus éclatants services à la Physique et à l'Histoire naturelle du globe.

» M. le Ministre de l'Instruction publique, qui n'a cessé d'ailleurs de nous prêter la plus active assistance, a autorisé quatre des fonctionnaires de son Département à s'éloigner de leurs postes respectifs, pour prendre une part active aux observations du phénomène, soit comme astronomes, soit comme physiciens.

» L'Académie, enfin, est représentée elle-même dans cet ensemble par M. Janssen, qu'elle est accoutumée à trouver toujours au premier rang, lorsqu'il s'agit de payer de sa personne et de soutenir l'honneur de la science française dans ces expéditions lointaines, dont il peut si bien cependant apprécier les fatigues et mesurer les périls.

» On n'aurait qu'une idée imparfaite de la part que notre Confrère M. Janssen prend à ces travaux, si nous n'ajoutions qu'après avoir accepté le soin de préparer et d'accomplir à Yokohama toutes les observations ordonnées par la Commission, il s'est réservé d'en effectuer qui lui sont propres, soit au moyen de dispositions relatives aux images photographiques dont il a rendu compte à l'Académie, soit à l'aide d'un appareil de son invention, espèce de phénakisticope renversé, qui donne instantanément l'image photographique des contacts. Il mettra bientôt sous vos yeux cet élégant appareil, dont le Président de la Commission royale d'Angleterre a prescrit l'emploi exclusif dans toutes ses stations. Notre Confrère entend mettre à profit, en outre, sa longue et profonde connaissance du maniement du spectroscope.

» M. Janssen a offert à l'Académie de se rendre dans le royaume de Siam, en quittant Yokohama, pour observer encore une éclipse totale de Soleil.

» Aucun effort ne sera négligé par vos Secrétaires perpétuels, pour assurer à notre courageux Confrère, personnellement, les moyens matériels de conduire à leur terme deux projets qui promettent à la Science de nouveaux et heureux résultats.

» Au lieu de neuf stations proposées par l'ancienne Commission, nous

avons dû nous borner à six ; mais, après avoir consacré la moitié de ses ressources aux dépenses matérielles, la Commission actuelle n'aurait jamais pu suffire aux dépenses qu'exigeaient le transport par mer dans des îles lointaines et désertes, les besoins de la vie d'un personnel nombreux pendant la durée du séjour sur les lieux, et les frais de rapatriation, enfin, dont il eût été difficile de prévoir l'importance.

» Les îles Campbell et Saint-Paul ne sont pas toujours abordables. Absolument désertes, elles n'offrent aucune ressource aux membres des expéditions, qui n'y trouveront probablement ni combustible, ni rien qui soit propre à l'alimentation. L'observation du phénomène effectuée, ils ne pourront pas reprendre immédiatement la mer, habituellement inhospitalière dans ces climats. Chacune de ces stations a dû être organisée en conséquence. Elles se composent, outre les observateurs et leurs auxiliaires immédiats, d'un médecin de la Marine, du naturaliste voyageur appartenant au Muséum d'Histoire naturelle et de dix hommes d'équipage. Chaque expédition est pourvue de vivres et de combustibles pour cinq mois.

» Le Ministère de la Marine ne s'est pas borné à nous donner ce large appui. Il a voulu, en outre, que, dans toutes les circonstances, le personnel civil de nos expéditions fût assuré de rencontrer de la part des chefs de nos stations maritimes le même accueil et les mêmes facilités que le personnel militaire.

» Il a mis enfin à la disposition de l'Académie tous les instruments de précision de son Dépôt, confié à la direction de notre Confrère l'amiral Jurien de la Gravière, dont les bons offices ne nous ont jamais fait défaut, savoir : lunettes, pendules, boussoles, chronomètres. La libéralité de la Marine a été telle que nos expéditions ont pu disposer, parmi beaucoup d'autres prêts inappréciables, de trente et un chronomètres éprouvés, dont l'usage et la comparaison donneront à leurs observations un surcroît de sûreté.

» La Marine française qui nous fournit tant d'observateurs dont les preuves sont faites, et que la confiance du monde savant désignait à nos choix, aurait pu réclamer, à juste titre, l'honneur de diriger elle-même ces expéditions dont elle supporte en grande partie le poids; elle a toujours voulu, cependant, laisser à l'Académie le mérite et la responsabilité de ces grandes opérations scientifiques, demandant seulement à concourir au succès et réservant volontiers pour elle seule, si on l'eût permis, toutes les fatigues et tous les périls.

» L'Académie a trouvé les mêmes sentiments de dévouement à ses intérêts près du Ministre des Affaires étrangères qui n'a rien négligé pour

assurer partout à nos missions l'accueil sûr, la protection efficace, le respect enfin dus aux personnes qui les composent et à l'objet qu'elles poursuivent.

» La Compagnie des Messageries maritimes et la Compagnie du chemin de fer de Lyon à Marseille, s'inspirant des sentiments les plus élevés, n'ont pas hésité, s'imposant des sacrifices sérieux, à réduire leurs tarifs jusqu'à la limite la plus extrême, en faveur des missionnaires de l'Académie, soit pour le personnel, soit pour le matériel, soit pour l'aller, soit pour le retour.

» Il est du devoir de la Commission de signaler les services que les Conseils de ces deux administrations ont rendus à la Science dans cette circonstance importante et d'adresser spécialement à ce sujet nos remercîments publics à leurs Présidents : M. Béhic, ancien ministre, et M. Vuitry, notre Confrère : leur zèle pour les intérêts de l'Académie s'est manifesté sous toutes les formes, depuis le début de nos travaux.

» C'est ainsi que faisant appel, quand il le fallait, à toutes les bonnes volontés, et trouvant toujours favorable accueil, quand nous parlions au nom des intérêts de la Science, nous avons vu se dénouer, une à une, des difficultés en apparence insurmontables.

» Le crédit de 100000 francs, affecté par erreur au budget de 1875, a été reporté, à temps utile, à 1874, grâce à l'extrême bienveillance de M. Bardoux, rapporteur de la Commission du Budget. Le crédit total de 300 000 francs étant insuffisant, le Ministère de la Marine nous est venu en aide. Nous ne pouvions acquérir que quatre appareils pour les opérations photographiques ; un membre de la Commission, notre Confrère M. d'Abbadie, témoin de nos perplexités, a voulu faire les frais du cinquième. Nouméa, Saïgon manquaient de bonnes lunettes pour l'observation du passage, M. Secretan nous a offert de prêter à la Commission les meilleurs de ses instruments.

» En ce moment, tous les appareils sont entre les mains des chefs de nos six stations et ils ont tous été soumis aux épreuves nécessaires pour leur réception : les équatoriaux par M. Wolf, les appareils photographiques par M. Fizeau.

» Le personnel de chacune des missions a été exercé au maniement des instruments, à l'exécution des observations et à l'emploi des procédés prescrits par la Commission.

» Des instructions détaillées, rédigées avec soin par MM. Yvon Villarceau et Fizeau, ont été remises à tous les membres de nos missions pour les guider dans les observations astronomiques ou photographiques.

» Tout ce que la prévoyance a pu nous inspirer pour garantir la

sécurité de nos missionnaires et pour assurer le succès de leurs opérations a été préparé sur les points qu'ils vont visiter. Il nous reste maintenant à prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer à leur retour la mise en œuvre utile et prompte des matériaux recueillis par nos délégués ; ce sera la meilleure récompense à leur offrir.

» Les procès-verbaux des séances de la Commission, rédigés avec un soin si scrupuleux par son digne et dévoué secrétaire, M. l'amiral Pâris, notre respecté Confrère, témoigneront bientôt des soins assidus qu'elle a donnés à l'opération qui lui avait été confiée et qu'elle poursuivra avec le même zèle jusqu'à sa conclusion.

» Après avoir rendu compte à l'Académie de l'état actuel des travaux de la Commission, il me reste à m'excuser d'en avoir accepté la présidence, lorsque les études de toute ma vie m'avaient si peu préparé à cet honneur. Mais je soutenais que l'expédition était encore possible, malgré les années perdues; je la croyais utile au progrès de la science, indispensable à la dignité de l'Académie, nécessaire au maintien du rang de la France parmi les nations civilisées. Ces convictions ayant amené sur moi les suffrages de la Commission, mes efforts pour écarter ces devoirs imprévus restèrent vains, et si je consentis alors à en accepter le poids, c'est que j'étais entouré, pour la question astronomique, de toutes les lumières qui me manquaient, et qu'on me demandait surtout d'assurer la marche administrative de l'opération.

» L'Académie permettra, toutefois, que je m'excuse de cette singularité de ma carrière scientifique, en ce moment, où tout ce qui dépend de la prudence humaine ayant été prévu et préparé, il ne reste plus qu'à se confier, pour le succès de chacune de nos stations et pour l'heure critique du passage, aux arrêts de Celui qui seul commande aux nuages et qui seul tient dans sa main les orages et les tempêtes. Puisse-t-il les écarter, à l'instant décisif, de nos courageux missionnaires, et favoriser d'un ciel pur leur patriotique attente. »

« M. **Mouchez**, tant en son nom qu'au nom de son collègue M. **Fleuriais**, présent à la séance et prêt à partir dès le lendemain, remercie vivement l'Académie, au nom de la Marine, pour les paroles si flatteuses et les sentiments si sympathiques qui viennent d'être exprimés par M. le Président de la Commission. Il l'assure de leur dévouement le plus complet et le plus absolu dans l'accomplissement de la mission qu'elle leur a fait l'honneur de leur confier. »

RAPPORT *sur les mesures administratives à prendre pour préserver les territoires menacés par le Phylloxera.*

(Commissaires : MM. Dumas, Milne Edwards, Duchartre, Blanchard, Pasteur, Thenard, Bouley rapporteur.)

« Lorsqu'une grande contagion vient à sévir sur nos animaux domestiques, l'autorité publique seule peut réussir à en arrêter les ravages, parce que seule elle a le moyen de concerter tous les efforts et d'appliquer toutes les mesures propres à empêcher la propagation du mal et à en étouffer les foyers.

» Le succès de la lutte entreprise contre la peste bovine, même dans les circonstances les plus défavorables, comme à l'époque de la dernière invasion de cette maladie, est une preuve de ce que peut, contre la plus subtile et la plus énergique des contagions animales, l'intervention de l'autorité, lorsqu'elle est armée de la puissance de la loi, et que, dominant toutes les volontés, surmontant toutes les résistances, elle impose à chacun le sacrifice de ce qu'il croit être ses intérêts pour sauvegarder les intérêts de tous.

» Le souvenir de cette lutte heureuse a inspiré à M. Dumas l'idée que ce que l'on a fait contre la peste des bestiaux on pourrait le faire, et peut-être avec autant de succès, contre la maladie parasitaire qui s'attaque à la vigne depuis près de dix ans déjà, et qui menace d'être tout autant féconde en désastres que la peste bovine elle-même.

» De fait, cette maladie de la vigne est, elle aussi, une maladie contagieuse, et, comme toutes les contagions, elle trouve les conditions de son accroissement dans son accroissement même. A mesure que grandit la surface sur laquelle elle se développe, à mesure que se multiplie le nombre des sujets qu'elle atteint, l'intensité de sa force expansive augmente dans une proportion que l'on peut considérer comme géométrique.

» Au début, il y a dix ans bientôt, la place qu'elle occupait sur la carte n'était marquée que par un point, à peine perceptible, près de Roquemaure, dans le département du Gard.

» L'année suivante, ce point commençait à faire tache, et le département de Vaucluse se trouvait envahi dans plusieurs lieux à la fois, en même temps que celui des Bouches-du-Rhône. Un an après, les différents foyers disséminés se trouvaient réunis, et les deux départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône devaient être stigmatisés sur les cartes, où l'invasion de la maladie a été tracée, par deux taches à grande surface, encore séparées l'une de l'autre par un espace sain, sur les rives de la Durance.

» Au bout d'une nouvelle année, en 1868, ces deux taches n'en formaient plus qu'une qui avait débordé de Vaucluse dans la Drôme, et dans la direction du sud jusqu'à la mer.

» Puis, successivement, voici qu'aujourd'hui la maladie, après avoir incessamment gagné du terrain, tout à la fois par une sorte de reptation et par bonds de 10, 20 à 30 kilomètres, s'étend jusqu'au département du Rhône et a irradié, à droite et à gauche, par foyers multiples, dans le département de l'Hérault, dans celui du Var, dans l'Ardèche, etc.

» Un coup d'œil jeté sur les cartes suffit pour faire voir que cette contagion est fidèle à sa nature, et il est facile de prévoir, par les progrès qu'elle a accomplis, qu'obéissant à la loi fatale de son expansion elle marchera tant qu'elle trouvera où se prendre.

» Mais ne peut-on donc opposer aucune barrière aux envahissements de ce terrible mal, qui menace de tarir, et pour longtemps peut-être, l'une des plus grandes sources de notre richesse nationale? La Commission du Phylloxera ne l'a pas pensé et, se conformant à l'idée émise par M. Dumas, elle a été d'avis qu'il fallait, sans doute, tenter de supprimer le mal dans les pays envahis, ce qui ferait l'objet d'un second Rapport; mais que, dès à présent, il y avait urgence à essayer d'arrêter la marche de la maladie actuelle de la vigne par des moyens analogues à ceux qui se sont montrés si efficaces à protéger la population bovine des atteintes de la peste.

» L'analogie des phénomènes autorise cette tentative, et votre Commission a l'espérance que les résultats viendront confirmer la justesse de l'idée qui l'a déterminée à la proposer.

» Elle croit devoir, en conséquence, soumettre au jugement de l'Académie les résolutions suivantes, auxquelles elle s'est arrêtée.

» Dans l'état actuel de notre législation, il n'existe point de lois qui puissent investir l'autorité des pouvoirs nécessaires pour appliquer à l'extinction de la maladie de la vigne les mesures rigoureuses que réclame la gravité des circonstances.

» Une loi spéciale doit donc être promulguée, et voici dans quel esprit votre Commission pense qu'elle devrait être conçue.

» La première de ses dispositions devrait avoir pour but d'imposer aux propriétaires de vignobles l'obligation de faire au maire de leur commune la *déclaration* de l'existence, dans leurs vignes, de la maladie causée par le Phylloxera, dès l'apparition des premiers signes par lesquels cette maladie peut être reconnue.

» Cette première mesure a l'avantage de tenir en éveil l'attention des

plus intéressés, de les obliger à une active surveillance et de les faire concourir à l'œuvre de la préservation commune, quand bien même ils n'y seraient pas disposés.

» Une fois prévenu par cette déclaration, ou, à son défaut, par la notoriété publique, le maire de la commune aurait à en donner avis au préfet du département, qui désignerait des experts pour constater l'état des choses et lui en rendre compte dans un procès-verbal circonstancié, qu'il s'empresserait de transmettre au Ministre de l'Agriculture.

» Si le Ministre décidait, d'après les circonstances locales, qu'il y a lieu, en vue d'opposer une barrière à l'extension de la maladie, de faire détruire les vignes où la présence du Phylloxera aurait été signalée, les experts, nommés par l'autorité préfectorale, auraient pour mission d'estimer le revenu que pourrait produire, pour l'année courante, l'ensemble des vignes qu'il s'agirait de détruire, et une indemnité égale à cette estimation serait allouée à leur propriétaire.

» Dans la pensée de votre Commission, la destruction des vignes infestées devrait être prescrite dans deux circonstances principales :

1° Dans ces foyers isolés, plus ou moins nombreux, que l'on voit apparaître à une distance plus ou moins grande du foyer principal que représentent les départements envahis aujourd'hui en grande surface. Ces foyers isolés dénoncent la présence de colonies de Phylloxeras, dont les fondateurs ailés ont été transportés par les vents dans les lieux qu'elles occupent actuellement; et quand on les laisse à elles-mêmes, comme on a fait jusqu'à présent, elles ne tardent pas, grâce à la prodigieuse fécondité des individus qui les composent, à agrandir leur domaine par la dispersion, dans tous les sens, des myriades qui sortent de leurs œufs.

» Votre Commission est convaincue qu'en s'attaquant à ces points isolés, dès que la maladie commence à y être signalée, et en élargissant autour des ceps reconnus malades le champ de la destruction dans une mesure suffisante, on parviendrait à empêcher le Phylloxera de gagner du terrain, et qu'il serait possible ainsi de préserver les territoires menacés.

» 2° Mais la destruction des vignes malades ou menacées d'infection ne devrait pas seulement être pratiquée dans ces localités isolées où se trouve signalée la présence de ces sortes d'avant-gardes de la grande armée des Phylloxeras; il faudrait aussi, dans la pensée de la Commission, diminuer les chances de la propagation du mal, en procédant à la destruction des vignes infestées sur les limites du grand foyer représenté par les départements en

vahis, et en s'attaquant principalement à ces *avancées* qui se dessinent sur la carte sous forme d'angles saillants, sur la périphérie de la tache sombre qui marque la trop grande étendue du territoire dont le Phylloxera a pris actuellement possession. Ces avancées indiquent, en effet, la direction que le Phylloxera tend à suivre, sans doute parce que, dans ce sens, il rencontre des conditions plus favorables à sa marche, et, en l'attaquant sur ces points, on a plus de chances d'opposer des obstacles à ses envahissements. A quelle profondeur faudrait-il s'avancer dans ce mouvement concentrique dirigé contre le foyer principal? Rien de précis ne peut être dit ici : c'est sur les lieux seulement que les choses peuvent être appréciées; mais on peut dire, d'une manière générale, que plus grande sera l'étendue sur laquelle sera pratiquée la destruction des vignes infestées et plus grandes seront aussi les chances pour que le mal ne puisse plus en irradier.

» Voilà dans quelle mesure votre Commission pense que la loi à intervenir devrait être appliquée. Il n'y a plus à songer aujourd'hui à recourir à des mesures sanitaires dans les pays depuis longtemps envahis et où le Phylloxera a achevé l'œuvre qui lui a trop mérité l'épithète spécifique de *vastatrix* associée à son nom de genre. Là, le mal est fait, et l'État ne peut plus rien pour ceux qui en ont subi les atteintes; mais il peut beaucoup pour préserver les territoires qui ne sont pas encore envahis, et on a le droit de compter qu'en éteignant les nouveaux foyers au moment où ils s'allument, et en s'opposant à la progression du foyer principal par la destruction de ses avancées, sur toute sa périphérie, le fléau restera concentré et finira par disparaître, s'il est résolûment combattu, d'ailleurs, dans les pays où il a trouvé jusqu'à présent trop libre carrière pour son développement.

» La destruction nécessaire pour arrêter la marche du Phylloxera devrait s'appliquer et être prescrite par la loi, non-seulement pour les ceps qui portent la visible empreinte du mal, mais encore pour ceux qui, quoique sains en apparence, sont déjà infestés par leurs racines, et, dans un certain rayon aussi, pour ceux qu'on peut considérer comme *suspects*, en raison de leur voisinage des ceps malades. En pareil cas, mieux vaut faire le sacrifice immédiat de ceps encore sains que courir la chance de voir le mal repulluler par l'application de mesures trop timorées.

» Avant de procéder par l'arrachage à la destruction des vignes dont le sacrifice serait reconnu nécessaire, il faudrait opérer la désinfection du sol, sur la périphérie de la place à défricher et dans toute son étendue, par l'emploi des procédés chimiques dont l'expérience aura démontré l'efficacité; puis, l'arrachage exécuté, les bois, les racines et les feuilles

seraient réunis au centre de la place où l'on aurait fait le vide, et livrés immédiatement au feu, pour les cendres y être enfouies.

» Enfin, défense devrait être faite de replanter la vigne dans le terrain défriché avant qu'une récolte, au moins, faite dans les vignes restées saines eût donné la certitude que toute crainte d'infection a désormais disparu. Autant que possible, le terrain défriché devrait être livré lui-même à une autre culture, pendant le temps où celle de la vigne y resterait suspendue.

» Toute exportation de ceps, de sarments, de feuilles, d'échalas, hors des territoires infestés devrait être interdite de la manière la plus rigoureuse pendant toute la durée de la maladie et après sa disparition pendant le temps nécessaire pour constater qu'elle est complète et qu'aucun danger de retour n'est à craindre.

» A première vue, il semble que le Phylloxera soit beaucoup plus redoutable que la peste des bestiaux, et beaucoup plus difficile à atteindre. Ses manœuvres, il est vrai, ne nous sont pas encore complétement connues; mais, après tout, ce qui le rend surtout redoutable, c'est sa puissance de repullulation, d'où procède sa force d'expansion. Or cette force est de beaucoup inférieure à celle de la contagion bovine. Que l'on considère, en effet, que, si le Phylloxera arrive aujourd'hui à Lyon, il ne lui a pas fallu moins de dix ans pour parcourir la distance qui sépare cette ville de Roquemaure, dans le Gard, où il fit sa première apparition en 1865. Il ne faudrait pas autant de mois à la peste bovine, abandonnée à elle-même, pour couvrir toute la surface de la France et pour en déborder. Nous l'avons dit, c'est la plus subtile et la plus énergique des contagions. Facilement elle s'échappe des étables où l'on croit la tenir enfermée, et elle se disperse au loin, multipliant ses coups et acquérant une force croissant indéfiniment avec la repullulation des agents de sa virulence dans les nouveaux animaux qu'elle atteint. Malgré tout, cependant, on en est venu à bout, en l'étouffant dans ses foyers, et en faisant le vide autour d'eux par l'abatage systématique des animaux qui avaient pu en subir l'infection.

» Ainsi doit-on faire contre le Phylloxera. Depuis dix ans qu'il a fait son apparition dans nos vignobles, il n'a pu prendre possession d'une aussi grande étendue du territoire que parce qu'on ne lui a encore opposé aucune barrière; mais qu'on sache faire, dès maintenant, les sacrifices voulus pour entreprendre contre lui une lutte qui n'est pas impossible; qu'on arme l'administration de l'Agriculture, de la loi dont elle a besoin, pour appliquer les mesures sanitaires que les circonstances réclament; que partout les efforts se concertent pour lui venir en aide; que des commissions locales se

constituent pour exercer une grande surveillance sur les vignobles menacés, de manière que le remède puisse être appliqué contre le mal aussitôt qu'il est signalé; qu'en un mot on s'attaque à cette contagion comme on s'est attaqué à la grande contagion bovine, avec le même concours de volontés et d'efforts, et il n'est pas impossible que le succès couronne également l'entreprise.

» Après tout, l'inertie ne peut être que nuisible en laissant au mal toute liberté de grandir, le passé en témoigne. Il ne faut donc pas y persévérer : puisque l'histoire des contagions animales autorise à penser que la contagion de la vigne peut, elle aussi, n'être pas insurmontable.

» Ainsi donc, en résumé :

» Obligation pour les propriétaires de faire la déclaration de l'apparition du Phylloxera dans leurs vignes;

» Nomination d'experts, par l'autorité préfectorale, pour constater l'existence du mal et apprécier les ravages qu'il a pu causer;

» Destruction, par décision ministérielle, des vignes infestées, lorsque cette destruction sera jugée nécessaire pour empêcher la propagation du mal;

» Dans ce cas, estimation par les experts du revenu des vignes dont la destruction doit être opérée, et allocation au propriétaire, à titre d'indemnité, de la somme à laquelle ce revenu a été estimé pour l'année courante;

» Application de la mesure de la destruction des vignes aux localités isolées, dans lesquelles la présence du Phylloxera est signalée, et sur les limites des départements actuellement envahis en grande surface, sur les *avancées* qui dénoncent la progression du Phylloxera en dehors des régions qu'il occupe actuellement;

» Désinfecter le sol, sur sa circonférence et dans toute son étendue, par des procédés chimiques appropriés, avant de procéder à l'arrachage des vignes, et détruire par le feu les bois, les sarments, les feuilles, les racines des vignes arrachées, au centre même de la place où l'arrachage a eu lieu. Ne permettre la replantation de la vigne sur le terrain défriché qu'après une nouvelle récolte dans les vignes voisines, et, autant que possible, lorsque ce terrain aura été livré à une autre culture.

» Enfin, interdire de la manière la plus absolue l'exportation, hors des territoires infestés, de tout ce qui pourrait servir de véhicule à l'agent de la contagion, c'est-à-dire des ceps, des bois, des racines, des feuilles, des fumiers, des échalas, etc.

» Telles sont les mesures qu'il paraît nécessaire de faire édicter par une loi spéciale, pour qu'il devienne possible à l'administration de l'Agri-

culture de lutter contre le Phylloxera, avec des armes analogues à celles dont elle s'est servie avec tant de succès, pour combattre la peste bovine et pour la surmonter. »

L'Académie, sur la proposition de M. le **Président**, adopte le Rapport et en vote les conclusions. Il sera transmis en son nom à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Lettre de M.* **Heis** *à M.* Faye *sur les études qu'il recommande aux observateurs du prochain passage de Vénus.*

(Renvoi à la Commission du Passage de Vénus.)

« Les expéditions scientifiques qui vont partir de France pour occuper pendant un temps assez long des stations presque opposées sur les deux hémisphères et y observer simultanément un grand phénomène astronomique offrent une occasion sans pareille de réunir, sur d'autres phénomènes célestes, imparfaitement connus, des renseignements décisifs. L'auteur espère donc que l'Académie voudra bien accueillir les suggestions qu'il croit devoir lui adresser relativement à des questions dont il s'occupe lui-même depuis plus d'un quart de siècle.

» I. Étoiles filantes. — Il serait à désirer que ces météores fussent observés régulièrement pendant le séjour des expéditions ainsi qu'à l'aller et au retour. Il y a beaucoup à faire encore pour l'hémisphère austral, car les recherches publiées à ce sujet par MM. Heis et Neumayer (1), d'après les observations de Melbourne, n'ont encore donné que des résultats provisoires.

» Les observations devraient s'étendre à la fois à la fréquence de ces météores, à leur direction (en vue de la détermination exacte des centres de radiation), enfin aux détails physiques sur les traînées, l'éclat, la couleur, etc....

» Les données relatives à la fréquence, c'est-à-dire les nombres horaires, pourraient être facilement enregistrées, même à bord, avec le concours de quelques membres de l'équipage. Il importe de constater si aux époques d'apparitions nombreuses pour l'hémisphère boréal (24-30 juillet, pé-

(1) Voir l'ouvrage intitulé *Discussion of the meteorological and magnetical observations made at the Flagstaf Observatory Melbourne*, 1867. Manheim.

riodes d'août, d'octobre, de novembre et de décembre), il n'en paraît qu'un petit nombre sur l'hémisphère austral.

» Pour déterminer exactement les centres de radiation, il est essentiel d'inscrire sur des cartes célestes les trajectoires observées : il ne suffirait pas, par exemple, de dire qu'une étoile a marché du nord vers le sud-est à une hauteur de 70 degrés. Inutile d'ailleurs de noter l'heure avec une précision extrême; il suffit d'une indication approchée.

» II. LUMIÈRE ZODIACALE. — Il conviendrait de réunir à ce sujet un grand nombre d'observations, surtout sous les tropiques, le soir ou le matin, suivant que les phases de la Lune le permettront. A l'époque de la nouvelle Lune on peut l'observer le soir et le matin : ces observations-là ont un grand intérêt. On se rappelle que des observations de ce genre très-curieuses ont été instituées précisément dans les régions tropicales, dans les années 1853-1855, par G. Jones (1), à bord d'un vaisseau de guerre des États-Unis, et plus tard par M. Eylech, et qu'elles font désirer plus que jamais que cette étude soit continuée, surtout au moyen de descriptions graphiques exécutées avec soin. La réflexion de Mairan : « Je ne comprends pas par » quel sort un objet qui touche de si près l'Astronomie moderne et la Phy- » sique céleste a été négligé jusqu'à ce point par les astronomes et les » auteurs météréologiques », est encore de mise aujourd'hui.

» Il y aurait lieu de considérer particulièrement les points suivants :

» 1° *La couleur*. — La couleur de la lumière zodiacale n'est pas toujours blanche; elle peut être jaune parfois et même quelquefois rougeâtre.

» 2° *L'intensité*. — Sous les tropiques la lumière zodiacale peut quelquefois être assez forte pour donner lieu à des ombres. En temps ordinaire il suffira de la comparer à celle de régions déterminées de la voie lactée, par exemple dans le Sagittaire, le Navire Argo ou la Croix du Sud; ou bien de noter les jours où l'éclat croissant de la Lune commence à la faire disparaître. Il sera bon d'examiner si ces variations d'éclat tiennent à l'état de l'atmosphère, et pour cela on pourra s'en rapporter à la comparaison susdite avec la voie lactée dont les variations d'éclat seraient alors simultanées. D'après les observations faites à Munster depuis vingt-cinq ans, on trouve que le faible éclat de la lumière zodiacale coïncide régulièrement avec la faiblesse de la voie lactée, mais Arago dit, au contraire (*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1836, p. 298), « que la supposition des in-

(1) *Observations on the zodiacal light made by Rev. G. Jones, Chaplain United-States Navy*, 1846. Washington.

» termittences de la diaphanéité atmosphérique ne saurait suffire à l'expli-
» cation des variations signalées par Dominique Cassini ».

» 3° *Figure de la lumière zodiacale, gaîne et noyau.* — Il serait bien intéressant qu'un observateur doué d'une bonne vue s'attachât à dessiner sur des cartes les contours de la lumière zodiacale. Il y aurait lieu en outre de rechercher une configuration très-singulière dont il est si difficile de retrouver la trace dans nos climats, que M. Heis, à Munster, ne l'a jamais vue en vingt-cinq ans d'observations assidues : il s'agit de l'enveloppe ou gaîne et du noyau qui ont été signalés par Jones et plus récemment encore par Eylech. Il paraît qu'au milieu de ce cône de lumière on distingue un autre cône plus lumineux, mais beaucoup plus étroit, se réduisant même parfois à une simple ligne. Le sommet de ce cône intérieur devrait être noté avec soin, en même temps qu'on décrirait les contours extérieurs de l'enveloppe en relevant, de 10 en 10 degrés, l'ascension droite et la déclinaison de ses divers points. Il faudrait aussi noter l'éclat relatif des deux bords, et dire si le bord austral est plus ou moins brillant que le bord boréal.

» 4° *Reflet de la lumière zodiacale.* — Humboldt affirme que, sous les nuits si claires des tropiques, on aperçoit quelquefois, à l'horizon opposé, une lueur qui semble en être le reflet

» 5° *Lumière opposée.* — Cette observation a été faite d'abord par Brorsen et, fréquemment depuis, par Heis à Munster. C'est alors une très-pâle lumière, de forme à peu près elliptique, qui apparaît parfois dans l'écliptique, presqu'à l'opposite du Soleil couché.

» 6° *Forme annulaire de la lumière zodiacale.* — Elle a été observée en 1873, sous les tropiques, par M. Eylech, sous la forme d'un anneau continu embrassant tout le ciel.

» III. Voie lactée. — Il serait à désirer qu'un observateur doué d'une très-bonne vue s'attachât à décrire exactement sur une carte les limites et les contours de la voie lactée.

» IV. Aurores polaires. — Ces phénomènes peuvent être observés parfois presque sous les tropiques. Dans les stations elles-mêmes, il serait bien à désirer que ces phénomènes fussent suivis avec soin, et si l'expédition est munie d'instruments magnétiques, qu'on recherchât les traces de ces lueurs sur le ciel austral, dans la direction du méridien magnétique, chaque fois que les perturbations de la boussole en feraient prévoir l'apparition. »

PHYSIQUE. — *Sur la température du Soleil.* Note de M. **J. Violle**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Desains.)

« J'ai indiqué et discuté précédemment la méthode que j'emploie le plus souvent dans mes mesures sur la température du Soleil. Je décrirai aujourd'hui l'appareil dont je me sers, et je développerai le calcul des expériences.

» Mon appareil se compose de deux enveloppes sphériques concentriques en laiton. L'enveloppe intérieure, de 15 centimètres de diamètre, constitue l'enceinte au centre de laquelle se trouve la boule du thermomètre soumis à l'expérience. Cette enceinte, noircie intérieurement, est maintenue à température constante par un courant d'eau continu fourni par les conduites de la ville et circulant entre les deux boules. La boule extérieure a 23 centimètres de diamètre; elle a été soigneusement polie sur sa face externe et elle est, en outre, protégée par des écrans qui laissent libre seulement l'ouverture d'admission. Cette ouverture est à l'une des extrémités d'un tube de laiton, de $17^{mm},5$ de diamètre, dirigé suivant l'un des rayons de la sphère et débouchant, d'autre part, dans la boule intérieure. L'extrémité libre du tube d'admission porte un diaphragme mobile percé de trois trous circulaires de diverses grandeurs. Trois autres tubes traversent encore, suivant des rayons, l'espace compris entre les deux sphères : deux d'entre eux, placés l'un à 45 degrés, l'autre à 90 degrés du tube d'admission, servent l'un ou l'autre, suivant les circonstances, à laisser passer la tige du thermomètre; le troisième, fermé par une glace dépolie et légèrement noircie, est dirigé suivant le prolongement du tube d'admission et permet de constater que les rayons solaires tombent bien exactement sur la boule du thermomètre. L'orientation convenable de l'appareil s'obtient d'ailleurs sans peine, grâce à sa forme sphérique, qui permet de le faire tourner graduellement dans le sens voulu sur un anneau circulaire servant de support.

» La marche d'une expérience est la suivante : tous les tubes étant soigneusement fermés et le thermomètre en place, on lit la température (laquelle est stationnaire si tout est bien réglé depuis un temps suffisant); puis on ouvre le tube d'admission, après avoir amené en face du tube tel trou du diaphragme que l'on juge convenable. Maintenant dès lors l'appareil toujours exactement orienté, on attend que la température soit de-

venue de nouveau stationnaire, et alors on note l'excès de température accusé par le thermomètre.

» L'expérience montre que cet excès de température dépend et du thermomètre employé et du diamètre de l'ouverture d'admission. On ne saurait donc tirer aucune conclusion précise d'expériences dans lesquelles on ne se serait préoccupé ni des dimensions du thermomètre, ni de la grandeur de l'ouverture d'admission percée dans l'enceinte, à température constante. Au contraire, en employant successivement différents thermomètres et différents trous du diaphragme, on peut évaluer très-exactement : 1° le refroidissement dû au contact de l'air; 2° l'échauffement provenant du rayonnement de la portion du ciel voisine du Soleil, et vue en même temps que lui de la boule du thermomètre.

» C'est ce que je vais montrer par un exemple dont j'emprunterai les données à l'une de mes dernières séries d'observations.

» Le 20 juin dernier, en opérant successivement avec deux thermomètres dont le réservoir sphérique avait, dans l'un 12 millimètres, et dans l'autre 7 millimètres de diamètre, et avec trois ouvertures différentes *a*, *b*, *c* du diaphragme, ayant respectivement $17^{mm},5$, $14^{mm},5$ et 12 millimètres de diamètre, j'ai obtenu les résultats suivants :

Heures.	Température de l'enceinte.	Température du gros thermomètre.	Température du petit thermomètre.
h m	o	o	o
2.40......	14,10	27,03 (diaphragme *a*)	» »
2.55......	14,05	26,56 (diaphragme *b*)	» »
3.10......	14,05	» »	24,05 (diaphragme *b*)
3.30......	14,00	» »	23,63 (diaphragme *c*)
3.45......	13,95	» »	23,85 (diaphragme *a*)
4.00......	13,90	26,05 (diaphragme *a*)	» »
4.20......	13,85	» »	23,43 (diaphragme *a*)
4.35......	13,80	» »	23,30 (diaphragme *a*)

» Prenons d'abord les deux observations de $2^h 55^m$ et $3^h 10^m$; ces deux observations, faites presque à la même heure, devraient conduire à des excès de température sensiblement égaux. La différence considérable entre les deux nombres observés provient de la complication apportée à l'expérience par la présence de l'air : au rayonnement de la boule du thermomètre s'ajoute le refroidissement par l'air, et c'est par cette double voie que la boule du thermomètre perd une quantité de chaleur égale à celle qu'elle reçoit du Soleil. La perte de chaleur dans le vide, faisant équilibre au même apport de chaleur solaire, serait donc égale à la perte observée, plus

la perte due à l'air. Mais, d'après Dulong et Petit, l'abaissement de température résultant de cette dernière cause peut se représenter par $\frac{m}{R}\tau^{1,233}$, m étant une constante qui ne dépend que de l'élasticité de l'air, R le rayon de la boule du thermomètre, et τ l'excès observé. On aurait donc dans le vide, avec les deux thermomètres, les deux excès égaux

$$12,51 + \frac{m}{6}\,12,51^{1,233} = 10,00 + \frac{m}{3,5}\,10^{1,233}, \quad \text{d'où} \quad m = 2,24.$$

» Prenons de même les observations de $3^h 45^m$, 4 heures et $4^h 20^m$, faites toutes trois avec un même diaphragme, mais différant des précédents, elles conduisent à l'équation

$$9,77 + \frac{m}{3,5}\,9,77^{1,233} = 12,15 + \frac{m}{6}\,12,15^{1,233}, \quad \text{d'où} \quad m = 2,09.$$

» Adoptons pour valeur du coefficient de refroidissement m la moyenne des deux valeurs ainsi obtenues, $m = 2,15$; à l'aide de ce coefficient, nous pourrons dresser le tableau suivant des températures que l'on aurait observées dans le vide :

Heures.	Température de l'enceinte.	Température du gros thermomètre.	Température du petit thermomètre.
h m	o	o	o
2.40......	14,10	35,40 (diaphragme *a*)	» »
2.55......	14,05	34,64 (diaphragme *b*)	» »
3.10......	14,05	» »	34,54 (diaphragme *b*)
3.30......	14,00	» »	33,65 (diaphragme *c*)
3.45......	13,95	» »	34,20 (diaphragme *a*)
4.00......	13,90	33,83 (diaphragme *a*)	» »
4.20......	13,85	» »	33,50 (diaphragme *a*)
4.35......	13,80	» »	33,10 (diaphragme *a*)

» En traçant la courbe représentative de la marche du thermomètre pour une même ouverture d'admission, l'ouverture *a* par exemple, il est facile de reconnaître que les températures relatives aux diverses époques se relient toutes entre elles avec une parfaite régularité, soit qu'elles proviennent du gros ou du petit thermomètre.

» Considérons maintenant deux expériences faites avec des diaphragmes différents; et, comme le petit thermomètre est celui qui se rapproche le plus des conditions théoriques (surtout pour les faibles ouvertures d'admission), prenons les trois expériences relatives à $3^h 10^m$, $3^h 30^m$ et $3^h 45^m$. En s'aidant de la courbe des températures pour le diaphragme *a* et en ramenant tout

à une même température 14 degrés de l'enceinte, on a, pour les températures à une même époque $3^h 30^m$,

Diaphragme *a*..........	$34^\circ,45$
Diaphragme *b*..........	34,08
Diaphragme *c*..........	33,70

» Appliquons à ces données l'équation que j'ai établie dans ma Note précédente

$$Sa^\theta = Sa^t + \omega a^x + \Omega a^y \quad \text{ou} \quad a^\theta - a^t = \frac{\omega}{S} a^x + \frac{\Omega}{S} a^y,$$

et nous aurons

$$\text{(Diaph. } a\text{)} \quad 1{,}0077^{34,45} - 1{,}0077^{14,0} = \frac{1}{183960} 1{,}0077^x + \left(0{,}0009493 - \frac{1}{183960}\right) 1{,}0077^y,$$

$$\text{(Diaph. } b\text{)} \quad 1{,}0077^{34,08} - 1{,}0077^{14,0} = \frac{1}{183960} 1{,}0077^x + \left(0{,}0006516 - \frac{1}{183960}\right) 1{,}0077^y,$$

d'où $x = 1355^\circ$, et

$$\text{(Diaph. } a\text{)} \quad 1{,}0077^{34,45} - 1{,}0077^{14,0} = \frac{1}{183960} 1{,}0077^x + \left(0{,}0009493 - \frac{1}{183960}\right) 1{,}0077^y,$$

$$\text{(Diaph. } c\text{)} \quad 1{,}0077^{33,70} - 1{,}0077^{14,0} = \frac{1}{183960} 1{,}0077^x + \left(0{,}0004465 - \frac{1}{183960}\right) 1{,}0077^y,$$

d'où $x = 1353^\circ$.

» L'accord des deux valeurs de x montre que la correction nécessitée par le rayonnement de la région du ciel voisine du Soleil se fait avec une exactitude suffisante, en écrivant en bloc pour le rayonnement total des diverses parties de cette surface $\frac{\Omega}{S} a^y$, comme si toutes ces parties étaient à une même température moyenne y.

» Ainsi, dans l'exemple choisi, on conclura de ces calculs que, le 20 juin, à Grenoble, la température du Soleil, définie comme je l'ai indiqué plus haut, était, à $3^h 30^m$,

$$1354^\circ.$$

» Mais ce nombre lui-même, pour donner la *vraie* température du Soleil, doit encore être corrigé de diverses influences, et particulièrement de l'influence absorbante de l'atmosphère terrestre. C'est principalement en opérant à différentes altitudes et notant, bien entendu, la pression et l'état hygrométrique de l'air à chaque station, que j'espère résoudre ce problème. J'ai déjà fait, dans ce but, plusieurs ascensions dans les Alpes, et je les reprendrai dès que cela me sera possible. »

A propos du travail de M. Violle, M. **H. Sainte-Claire Deville** expose ce qui suit :

« Qu'il me soit permis de rappeler, à propos du travail très-intéressant que je présente au nom de M. Violle, quelques considérations dont j'ai déjà entretenu l'Académie.

» 1° Il n'est pas prudent de parler de températures au delà de celles qui ont été mesurées et dont la plus haute, je crois, a été déterminée par les expériences de M. Bunsen, dans son eudiomètre à soupape équilibrée.

» 2° Quand il s'agit de phénomènes calorifiques produits par la combinaison, il faut se rappeler que, dans des conditions données de température et de pression, les quantités de matière qui se combinent, par suite, la quantité de chaleur produite, sont limitées par le phénomène de la dissociation constante, limite que mes expériences placent très-près des températures mesurables.

» 3° Quand on augmente la pression sous laquelle deux gaz se combinent, on augmente en général la température produite. Mais les expériences de M. Frankland, les miennes propres et celles de M. Cailletet, que j'aurai l'honneur de présenter bientôt à l'Académie, prouvent que la lumière dégagée croît plus vite encore que la température. Les rayons chimiques augmentent rapidement aussi en nombre et en intensité.

» Par conséquent, on peut concevoir que l'énergie développée par la combinaison, au fur et à mesure que, sous l'influence de la pression, on la rend plus complète, se traduise en produisant des vibrations dont la longueur d'onde aille en décroissant. S'il était vrai que la somme des énergies correspondant aux rayons à courtes périodes tend vers une limite que nous ne pouvons aujourd'hui assigner, il s'ensuivrait qu'il y aurait aussi une limite aux températures, c'est-à-dire à la force vive calorifique, la seule qui augmente la pression d'un gaz maintenu à un volume constant.

» Il n'est donc pas permis, avant d'avoir démontré le contraire, de parler de ces températures fabuleuses dont il a été souvent question, au moins en ce qui concerne les phénomènes chimiques.

» Il faudra aussi dans les recherches calorimétriques, quand elles deviendront possibles à de hautes températures, trouver moyen de faire entrer en ligne de compte du travail chimique les énergies dépensées par la production des rayons autres que les rayons calorifiques, ou bien trouver la loi de l'équivalence de ces diverses formes d'énergie. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les hautes températures (observations au sujet des Remarques précédentes de M.* H. Sainte-Claire Deville); par M. **Berthelot**.

« L'existence des hautes températures en principe et la possibilité de les réaliser me paraissent devoir être distinguées avec soin.

» En principe, nos théories actuelles indiquent qu'une masse gazeuse donnée peut acquérir une force vive indéfiniment croissante, c'est-à-dire une température illimitée, au moins quand il s'agit des gaz simples, et tant qu'on n'élève aucun doute sur le caractère absolu des lois de Mariotte et de Gay-Lussac.

» Sous cette réserve, il n'y aurait d'autre limite concevable que celle qui répondrait à une destruction de nos éléments actuels, transformés soit en des éléments plus simples, soit en la matière éthérée, une et universelle.

» Mais, en fait, il se peut que l'intensité des radiations de toute nature, augmentant avec une extrême promptitude à mesure que la température s'élève, et par suite les déperditions de la force vive qui se communique aux milieux environnants devenant de plus en plus considérables, rendent irréalisable toute température qui passerait une limite voisine des 2500 ou 3000 degrés observés dans les expériences de M. H. Sainte-Claire Deville.

» Il convient, en outre, de faire ici une remarque capitale. L'égalité de température de deux masses gazeuses identiques, définie par l'égalité de leur force vive totale, et même par l'égalité des forces vives des mouvements de translation des molécules, c'est-à-dire par l'égalité de volume sous une pression donnée, conformément à nos théories thermodynamiques, ne paraît pas impliquer comme conséquence nécessaire l'identité de cette classe particulière de mouvements vibratoires qui répondent aux radiations lumineuses ou chimiques. Il ne semble pas contradictoire, en effet, dans l'état présent de nos connaissances, de concevoir l'existence de deux masses égales d'un même gaz simple, telles qu'elles occupent le même volume sous une même pression et qu'elles possèdent cependant des couleurs différentes, c'est-à-dire un mouvement vibratoire différent : l'une étant rouge ou jaune, par exemple, et émettant surtout des radiations lumineuses ou calorifiques; tandis que l'autre serait bleue ou violette, et émettrait de préférence des radiations chimiques.

» Les deux masses gazeuses, dans cette hypothèse, pourraient être en équilibre de température, sans se trouver pourtant dans des états physiquement identiques. La notion même de l'équilibre de température, telle qu'on la spécifie d'ordinaire en Physique, bien que conservée dans sa

signification essentielle, réclamerait sans doute alors quelques nouveaux éclaircissements, par exemple en ce qui touche l'échelle des températures.

» On pourrait comparer ces deux masses gazeuses à deux instruments sonores identiques, qui rendraient des sons d'égale puissance, mais composés avec des harmoniques différents ; le timbre ne serait pas le même, malgré l'égalité de la force vive totale des mouvements vibratoires. Cette composition différente des deux sons pourrait dépendre d'ailleurs du mode d'attaque des instruments et demeurer la même pour chacun d'eux indéfiniment, tant que la cause qui produit le mouvement ne changerait point.

» Ce qui me conduit à faire ces réserves, ce sont des observations que j'ai faites autrefois dans le cours de mes essais pour combiner le carbone avec l'hydrogène. Un même morceau de charbon de cornue, échauffé tour à tour dans une atmosphère d'hydrogène par deux sources très-différentes, savoir le passage du courant électrique d'une forte pile et le foyer de la lumière solaire concentrée à l'aide d'une puissante lentille à échelons, traverse une suite de températures de plus en plus élevées, et qui se manifestent par des apparences lumineuses très-remarquables. Elles sont d'abord semblables dans les deux cas : rouge obscur, rouge vif, rouge blanc, blanc éblouissant; puis elles deviennent très-différentes, quand la température continue à monter. Avec le courant électrique, le charbon passe du blanc éblouissant à la couleur bleue, si bien connue de toutes les personnes qui ont manié la lumière électrique. Avec le foyer solaire, au contraire, le charbon passe du blanc éblouissant à la couleur rose, qui répond à une température plus élevée et voisine de celle à laquelle le platine fond sous l'influence de la chaleur solaire, concentrée ainsi par de fortes lentilles. (Voir *OEuvres de Lavoisier*, t. III, p. 307; 1865; et surtout *Annales de Chimie et de Physique*, t. LXIX, p. 94; 1809.)

» Ces phénomènes prouvent, pour le dire en passant, que la température moyenne de la surface du Soleil, nécessairement supérieure à celle du foyer qui en dérive, doit surpasser 2500 degrés. Au surplus, le mot *température du Soleil*, depuis les découvertes de MM. Janssen, Lockyer et des spectroscopistes, ne présente peut-être pas un sens suffisamment défini, cette température variant nécessairement d'une région à l'autre de la surface du Soleil, entre des limites incalculables.

» Mais je reviens aux phénomènes observés avec le carbone : cette succession de deux séries différentes de colorations, sous l'influence d'une température toujours croissante, mais produites par deux sources très-différentes, se reproduirait-elle si l'on opérait sur deux masses identiques

d'un même corps gazeux? La teinte de ces deux masses changerait-elle aussi suivant deux progressions différentes et qui dépendraient de la nature de la source de chaleur? C'est ce que je ne voudrais pas décider sans réserves; mais les faits précédents me semblent justifier quelque doute, toutes les fois qu'il s'agit de définir l'état et la température d'une masse gazeuse portée au-dessus du degré où elle devient lumineuse.

» L'extrême difficulté que l'on rencontre lorsqu'on veut réaliser des températures très-élevées, et que M. Deville vient de mettre si bien en évidence, s'est manifestée à moi dans d'autres expériences que je poursuis depuis plusieurs années; je demande la permission d'en dire quelques mots à l'Académie, à cause des grandes difficultés que j'y ai rencontrées et qui ne me permettent pas d'espérer une prompte terminaison.

» Il s'agit de l'échauffement d'une masse gazeuse soumise à une compression brusque, de façon à transformer directement en chaleur la force vive du choc. En principe cette transformation est illimitée, de telle sorte que l'on conçoit la possibilité de porter ainsi un gaz à une température illimitée, par une sorte d'échauffement interne, qui réalise de la façon la plus directe la transformation de la force vive en chaleur, et consécutivement en mouvements chimiques. Une formule bien connue des mathématiciens indique la température théorique que l'on pourrait réaliser par une compression donnée. J'ai fait construire, dans cette vue, un appareil dans lequel la chute d'un mouton de 500 kilogrammes, tombant d'une hauteur comprise entre 1 et 5 mètres, comprime subitement, par l'intermédiaire d'un piston d'acier, une masse gazeuse de 50 centimètres cubes, renfermée dans un tube d'acier de 1 centimètre carré de section. La température que l'on devrait réaliser dans cette sorte de briquet à gaz, si toute la force vive du mouton se changeait en chaleur aux dépens de la masse gazeuse, s'élèverait à plusieurs centaines de milliers de degrés. J'ai fait divers essais avec cet appareil, au Collége de France; mais les résultats auxquels je suis parvenu ont été fort entravés jusqu'ici par la flexion et l'écrasement des tubes d'acier soumis au choc de l'énorme masse du mouton.

» En voici le résumé, chaque essai n'ayant pu être fait qu'une fois ou deux :

» 1° L'oxyde de carbone et l'oxygène se sont combinés; mais une petite portion du mélange, un cinquième environ, est demeurée sans altération, comme si l'on était parvenu au voisinage de la température de dissociation de l'acide carbonique.

» 2° Cependant l'acide carbonique pur n'a éprouvé aucun changement.

» 3° Le protoxyde d'azote a tantôt résisté presque complétement, tantôt il a été décomposé entièrement, suivant les conditions.

» 4° Le gaz oléfiant, au contraire, n'a pas éprouvé de décomposition appréciable.

» Il est difficile de calculer la relation qui existe entre la stabilité des gaz et leur température, dans des conditions si spéciales, où l'échauffement ne dure qu'un moment et se produit sous une pression de 500 atmosphères. En effet les décompositions produites par la chaleur ne sont pas instantanées et la pression tend à élever la température nécessaire pour les produire. Tout ce que je puis dire, c'est que les expériences précédentes, si elles avaient eu lieu sous la pression atmosphérique et dans les conditions d'un échauffement convenable, sans être trop prolongé, indiqueraient des températures comprises entre 500 et 1000 degrés environ. Si je donne ces chiffres, c'est pour préciser les idées, mais sans y insister, et surtout pour montrer combien est grande la proportion de la force vive et de la chaleur perdues aux dépens des enveloppes. Je poursuis ces expériences, qui ne seront peut-être pas sans intérêt pour l'étude des réactions produites par la combustion de la poudre dans les armes; mais, dans leur état présent, elles confirment, je le répète, les vues de notre savant confrère sur la difficulté de réaliser de très-hautes températures.

» En général, il n'est pas possible de communiquer à la matière, sous une forme et par un procédé quelconques, une force vive croissant d'une manière illimitée; on ne peut ni faire rendre à un instrument un son d'une acuïté indéfiniment croissante, ni donner à un projectile une vitesse de projection ou de rotation indéfinie, quels que soient les artifices mécaniques employés pour communiquer la force vive. La difficulté de produire de très-hautes températures par les procédés dont nous disposons : sources de chaleur extérieure, courant électrique, énergie solaire concentrée, réactions chimiques, compression brusque des gaz, etc., rentre dans le même ordre d'idées. Mais il ne me paraît pas qu'on puisse transporter, avec quelque probabilité, les limites auxquelles s'arrête notre impuissance à un milieu différant autant que le Soleil de tout ce qui nous entoure. »

« M. H. Sainte-Claire Deville remercie M. Berthelot de ses appréciations bienveillantes, et rappelle que M. Ed. Becquerel a trouvé toujours des températures plus basses que celles qui, avant lui, avaient été assignées aux phénomènes qu'il a étudiés. »

A la suite des présentations faites par M. H. Sainte-Claire Deville, M. **Pasteur** s'exprime ainsi :

« Tout à l'heure, pendant la lecture du beau Rapport de M. Dumas, au sujet des travaux de la Commission du passage de Vénus, j'ai entendu, parmi les noms des plus zélés membres de la Commission et des courageux voyageurs qui vont partir pour explorer le phénomène, ceux de plusieurs astronomes ou physiciens sortis de l'École Normale supérieure. L'idée me vint alors d'en faire la remarque et de consigner mon observation dans nos *Comptes rendus*, afin d'honorer les travaux d'une École à laquelle j'ai appartenu, comme élève d'abord, plus tard comme directeur des études scientifiques.

» La réserve et la timidité, naturelles à tout homme prêt à faire allusion à des circonstances qui lui sont plus ou moins personnelles, m'ont empêché de prendre la parole; mais, en considérant qu'aussitôt après mon illustre ami, M. Deville, a exposé en son nom ou au nom de plusieurs savants, appartenant tous à l'École Normale supérieure, MM. Debray, Violle, Gernez, Joubert, des travaux ingénieux ou profonds, en voyant également un jeune botaniste du plus grand mérite, sorti de cette même école, M. Van Tieghem, obtenir aujourd'hui plusieurs suffrages au titre de membre titulaire de la Section de Botanique, je prie l'Académie de me permettre de sortir de ma réserve et d'inscrire aux *Comptes rendus* l'expression de la satisfaction qu'on doit épouver de voir l'École Normale supérieure prendre dans le progrès scientifique une place de plus en plus active et distinguée. »

GÉODÉSIE. — *Méridienne de Biskra, en Algérie.* Note de M. **Roudaire**, présentée par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Dumas, Élie de Beaumont, Balard, Daubrée, H. Sainte-Claire Deville, Pâris.)

« Le réseau géodésique de la méridienne de Biskra embrasse un arc de méridien de 2 grades d'amplitude. Il se compose de 14 triangles dont les côtés ont une longueur moyenne de 36000 mètres, et se rattache aux côtés Zouaoui-Schouf-Melouk et Fortas-Zouaoui de la chaîne parallèle à la Méditerranée, exécutée il y a dix ans par M. Versigny, chef d'escadron d'état-major, entre Alger et la frontière de Tunis. Le côté Zouaoui-Schouf-Melouk, situé à hauteur et à l'ouest de Constantine, nous a servi de base de départ; les triangles s'appuyant sur le côté Fortas-Zouaoui nous ont fourni

des vérifications. Le réseau traverse d'abord la région montagneuse comprise entre Constantine et Batna, franchit ensuite le massif imposant de l'Aurès, et descend alors brusquement dans la plaine basse et sablonneuse de Biskra pour venir se terminer au signal de Chegga, situé dans le Sahara algérien, sur les bords du chott Mel-Rir.

» Les opérations ont été exécutées avec le concours de M. le capitaine de Villars, pendant les années 1872 et 1873. Tous les signaux se composent de troncs de cône en moellons piqués, maçonnés à la chaux hydraulique, peints en blanc et surmontés de mires à volets peintes en noir. Les directions ont été observées au moyen d'un cercle azimutal muni de microscopes à micromètres, construit par MM. Brunner. Les distances zénithales ont été mesurées au moyen d'un théodolite réitérateur de MM. Brunner et d'un cercle de Gambey. Nous avons employé la méthode de réitération qui consiste à prendre successivement des origines équidistantes entre zéro et 200 grades. Chaque direction a été observée par un nombre de réitérations variant entre 30 et 60. Cependant, à Tahir-Rassou et à Chegga, nous n'avons pu mesurer certains angles que vingt fois et même dix fois seulement; mais il faut remarquer que ces stations ont été faites dans de très-mauvaises conditions. Nous avions été obligés d'attendre que la fonte des neiges nous permît de construire le signal correspondant d'Amar-Khaddou. Cela nous avait conduits au mois d'avril, et la chaleur excessive qui régnait alors dans la plaine en avait déjà chassé les nomades. Malgré ces circonstances, nous avons obtenu pour nos 14 triangles les remarquables fermetures suivantes (1) :

$$-0'',31,\ +0'',04,\ -0'',19,\ -0'',09,\ -0'',82,\ +0'',25,\ -0'',43,\ +0'',44,$$
$$+0'',08,\ +0'',48,\ -0'',60,\ -1'',07,\ +0'',20,\ -0'',08.$$

» Les erreurs de fermeture, ou sommes algébriques des erreurs commises dans la mesure des trois angles de chaque triangle, sont, comme on le voit, très-faibles; cependant nous avons calculé les erreurs probables des angles observés par la méthode des moindres carrés, et nous avons réparti les erreurs de fermeture sur chaque angle, proportionnellement à son erreur probable. Nous n'avons employé une méthode si longue, si minutieuse et qui ne devait pas changer sensiblement nos résultats, que parce qu'elle a été, dans ces dernières années, très-préconisée par les géodésiens. Nous voulions d'ailleurs nous rendre compte par nous-mêmes de son importance dans l'application.

(1) Elles sont données en secondes sexagésimales.

LIBRAIRIE DE GAUTHIER-VILLARS,
QUAI DES AUGUSTINS, 55, A PARIS.

ENVOI FRANCO EN FRANCE CONTRE MANDAT DE POSTE.

LA STATIQUE GRAPHIQUE ET SES APPLICATIONS AUX CONSTRUCTIONS;

PAR M. MAURICE LEVY,
Ingénieur des Ponts et Chaussées, Docteur ès Sciences.

UN BEAU VOLUME GRAND IN-8, AVEC UN ATLAS DE MÊME FORMAT COMPRENANT 24 PLANCHES DOUBLES; 1874. — PRIX : 16 FR. 50 C.

La Statique graphique a pour objet de remplacer, dans les applications, dans celles surtout qui se rattachent à l'art de l'ingénieur, les calculs laborieux de la Statique ordinaire, par des constructions géométriques simples et n'exigeant, pour la plupart, d'autre connaissance mécanique que celle du parallélogramme des forces.

En Statique ordinaire, une force est représentée par une longueur qui fait connaître tout à la fois la grandeur, la position et le sens de la force. La Statique graphique tire son caractère le plus essentiel de l'emploi, pour la représentation des forces, de deux lignes distinctes : l'une indéfinie, donnant la position ou *ligne d'action* de chaque force; l'autre limitée, en donnant la grandeur et le sens.

Dans les cas les plus simples, la figure formée par ces dernières lignes peut, à la rigueur, être réduite au polygone des forces tel qu'on l'emploie aussi en Statique; mais lorsqu'on étudie tout à la fois un système de forces et les tensions qu'elles développent dans un système de barres, alors les figures formées, d'une part par les barres et les lignes d'action des forces qui les sollicitent, d'autre part par les grandeurs de ces forces et les grandeurs des tensions qu'elles développent dans les barres, sont deux diagrammes plus ou moins complexes. Ces diagrammes jouissent, l'un à l'égard de l'autre, de propriétés *réciproques* très-simples, mais utiles et intéressantes. C'est dans l'étude et l'utilisation de ces propriétés *qu'il convient* de placer toute la science de la Statique graphique.

Le but que l'Auteur a essayé de réaliser dans le présent Ouvrage est d'exposer les méthodes de la Statique graphique d'une façon à la fois complète

et élémentaire, en s'appuyant uniquement sur les principes de la Géométrie la plus élémentaire et sur la règle du parallélogramme des forces.

Contrairement à ce qui se fait d'habitude, on a cru utile de séparer nettement ce qui, dans la Statique graphique, est d'ordre purement géométrique de ce qui appartient à la Statique proprement dite. Aussi la SECTION Ire, intitulée : *Principes préliminaires de Géométrie*, contient d'abord la théorie géométrique de ce qu'on peut appeler le *polygone des lignes*, ce qui amène à exposer les premières notions du calcul graphique. L'Auteur donne ensuite une définition purement géométrique des polygones funiculaires *d'un système de lignes*, et établit, sans recours à aucune considération mécanique, toutes les propriétés de ces polygones. Ces propriétés sont en effet d'ordre géométrique, comme celles des figures réciproques, par la théorie desquelles se termine cette première Partie de son Ouvrage.

La SECTION II, intitulée : *Principes de la Statique graphique*, porte exactement les mêmes divisions que la première. Ce qui était tout à l'heure le polygone des lignes devient le polygone des forces ; les polygones funiculaires, relativement à *différents pôles*, d'un système de lignes, deviennent ici les polygones funiculaires en nombre infini, qu'admet tout système de forces situées dans un plan. Enfin les figures réciproques, qui étaient de pures abstractions géométriques, deviennent maintenant, les unes les images de système de barres, les autres les représentations des forces extérieures et intérieures qui les sollicitent.

Cette division conduit à établir les propriétés fondamentales des polygones funiculaires et des figures réciproques deux fois : une fois par la Géométrie pure et une fois par la Statique. Cette redite, d'ailleurs très-brève, n'a aucun inconvénient ; car c'est seulement quand on a vu les choses à ce double point de vue, qu'on est bien en possession des procédés de la Statique graphique, qu'on est en mesure de les appliquer sans hésitation *toutes les fois qu'ils sont applicables*, et de discerner avec certitude les cas où ils sont applicables d'avec ceux qui exigent le recours soit à la Statique analytique, soit à la théorie mathématique de l'élasticité, et c'est un point capital, que de savoir faire cette distinction, sur laquelle on n'insiste pas assez dans les études de Statique graphique.

Ajoutons que, si l'on se place sur le terrain de la science pure, les démonstrations géométriques données par l'Auteur sont préférables aux démonstrations mécaniques ; puisque les unes reposent seulement sur les axiomes de la Géométrie, tandis que les autres supposent en outre les principes et les axiomes de la Statique.

La SECTION III est exclusivement consacrée aux applications : elle contient d'abord de nombreux exemples qui embrassent à peu près tous les cas que la pratique offre aux applications de la Statique graphique : ponts fixes suspendus ou supportés, ponts tournants, cintres pour voûtes, charpentes, détermination graphique des efforts tranchants, des moments fléchissants et des moments d'inertie. L'Auteur passe ensuite à la composition des forces de l'espace et propose, à titre de premier essai, l'introduction, dans cette théorie, de ce qu'il appelle la *pyramide funiculaire*, qui semble constituer la véritable extension à l'espace du polygone funiculaire, tel qu'on le considère habituellement en Statique graphique. Il donne enfin la théorie des polyèdres réciproques, en la déduisant du théorème relatif à la réduction d'un système de forces à deux, et il montre comment les figures réciproques de la Statique graphique s'en déduisent. C'est le point de vue nouveau où s'est placé M. Cremona.

La NOTE I expose un troisième moyen d'arriver à ces figures, en les re-

gardant comme projections des polyèdres réciproques résultant de la transformation porabolique de M. Chasles.

La NOTE II contient une méthode générale très-simple pour déterminer, au moyen de la théorie mathématique de l'élasticité, les tensions d'un système de barres élastiques, dans les cas où la Statique laisse le problème indéterminé; cette méthode met en évidence quelques propriétés nouvelles et importantes des systèmes d'égale résistance, notamment celle-ci : les systèmes les plus économiques sont aussi les plus simples, les plus faciles à construire et à calculer, c'est-à-dire précisément ceux dont les tensions peuvent être obtenues par le seul secours de la Statique graphique. Cette Note se termine par une comparaison, au point de vue du volume de matière nécessaire pour résister à une charge donnée, entre les principales poutres usitées en Europe et les nouvelles poutres employées depuis une vingtaine d'années aux États-Unis. Un Tableau numérique, avec figures à l'appui intercalées dans le texte, permet de faire en quelques instants les devis comparatifs d'un grand nombre de poutres, et de choisir, dans chaque cas, les plus économiques.

En résumé, la Statique graphique met à la disposition de tous, pour tenir lieu des savants et laborieux calculs auxquels se livrent encore journellement nos ingénieurs, des procédés simples et expéditifs. Ces procédés ont de plus le précieux avantage de porter toujours en eux-mêmes le principe de leur vérification, de telle sorte que s'ils peuvent, comme toutes les méthodes graphiques, laisser un doute sur une fraction décimale, chose très-indifférente en ce genre d'applications, ils sont en revanche exempts de ces chances d'erreurs grossières que comportent les longues opérations arithmétiques et les formules algébriques, où rien ne parle aux yeux.

L'Ouvrage que nous publions aujourd'hui contribuera, nous l'espérons, à propager en France cette science si utile, qui est enseignée partout à l'Étranger, dans les Écoles professionnelles comme dans les Instituts techniques supérieurs.

TITRES DES CHAPITRES.

INTRODUCTION.

Notice historique sur la Statique graphique. — But que l'on s'est proposé dans le présent Ouvrage.

SECTION I. — NOTIONS PRÉLIMINAIRES DE GÉOMÉTRIE ET DE CALCUL GRAPHIQUE.

CHAP. I. *Théorie géométrique du polygone des lignes et notions de calcul graphique.* — CHAP. II. *Théorie géométrique des polygones funiculaires d'un système de lignes.* — CHAP. III. *Théorie géométrique des figures réciproques de la Statique graphique.*

SECTION II. — PRINCIPES DE LA STATIQUE GRAPHIQUE.

CHAP. IV. *Composition et équilibre graphiques des forces distribuées d'une manière quelconque dans un plan. Le polygone des forces et les polygones funiculaires considérés au point de vue mécanique.* — CHAP. V. *Équilibre des systèmes plans non libres. Recherche graphique des réactions des appuis.* — CHAP. VI. *Équilibre des systèmes plans libres ou non formés de barres inflexibles, articulées. Recherche graphique des tensions des barres.* — CHAP. VII. *Projections et moments des forces situées dans un plan.* — CHAP. VIII. *Composition des forces parallèles dans l'espace. Centre des forces parallèles.* — CHAP. IX. *Projections et moments des forces parallèles dans l'espace.* — CHAP. X. *Détermination graphique des centres de gravité des corps, surfaces et lignes.*

SECTION III. — APPLICATION DE LA STATIQUE GRAPHIQUE A L'ART DES CONSTRUCTIONS.

CHAP. XI. *Application à un framework en général* (définition et avantages des rameworks). — CHAP. XII. *Application aux diverses espèces de ponts fixes* (ponts à

poutres droites de hauteur constante ou variable, ponts en arcs, ponts suspendus ordinaires ou avec tympans rigides). — CHAP. XIII. *Application aux ponts tournants et aux grues tournantes.* — CHAP. XIV. *Application aux diverses espèces de charpentes pour toitures.* — CHAP. XV. *Application aux cintres des voûtes et à des charpentes diverses.* — CHAP. XVI. *Application à la détermination graphique des efforts tranchants et des moments fléchissants.* — CHAP. XVII. *Application à la détermination graphique des moments d'ordre supérieur des forces parallèles dont les points d'application sont situés dans un plan et particulièrement à l'étude des moments d'inertie.* — CHAP. XVIII. *Étude des forces parallèles dont les points d'application sont situés dans un plan et dont les intensités sont proportionnelles aux distances de leurs points d'application à une droite de ce plan. Noyau central des aires planes.*

SECTION IV. — COMPOSITION DES FORCES DANS L'ESPACE ET FIGURES RÉCIPROQUES QUI EN DÉCOULENT.

CHAP. XIX. *Composition des forces dans l'espace.* — CHAP. XX. *Polyèdres réciproques.* — CHAP. XXI. *Moments autour d'un axe des forces distribuées d'une manière quelconque dans l'espace.*

NOTE I.

Sur une manière de déduire les figures réciproques de la Statique graphique de la transformation parabolique de M. Chasles.

NOTE II.

Mémoire sur la recherche des tensions dans les systèmes de barres élastiques et sur les systèmes qui, à volume égal de matière, offrent la plus grande résistance possible.

1513 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

» Nous nous sommes astreints à n'observer les distances zénithales qu'entre midi et deux heures, seul moment de la journée où la réfraction ne subisse pas de variations notables. Nous nous sommes astreints également à faire ces observations pendant plusieurs jours consécutifs, afin de rendre, autant que possible, nos moyennes indépendantes des écarts accidentels du coefficient de réfraction. M. le capitaine de Villars opérait de son côté avec un autre instrument. Nous avons calculé les différences de niveau séparément, avec nos observations personnelles, et nous avons obtenu des résultats très-concordants. Voici quels sont, pour les différents points de la chaîne, les écarts de nos deux nivellements géodésiques :

$+0^{m},21$, $-0^{m},19$, $+0,05$, $-0,24$, $-0,26$, $+0,47$, $-0^{m},14$, $+0^{m},08$, $-0^{m},25$

et enfin $+0^{m},07$ pour le signal de Tahir-Rassou, qui était notre point d'arrivée.

» Notre coefficient de réfraction moyen est 0,0666. Les valeurs extrêmes sont 0,0551 et 0,0770. L'écart est insignifiant si on le compare à celui des coefficients de réfraction calculés au moyen des observations géodésiques faites autrefois en France. Ces coefficients variaient de 0,0200 à 0,1200.

» En calculant, d'après la méthode du colonel Puissant, l'erreur probable commise sur l'altitude de Tahir-Rassou, nous avons trouvé $0^{m},59$.

» Les opérations de la méridienne de Biskra nous ont permis de résoudre le problème intéressant de l'altitude du chott Mel-Rir. Dans la plaine sablonneuse de Biskra, nous ne pouvions plus compter, comme dans les régions montagneuses du Tell, sur l'exactitude du nivellement géodésique. Il était indispensable d'exécuter un nivellement géométrique entre Tahir-Rassou et le chott Mel-Rir. Nous nous étions munis, dans ce but, d'un niveau à lunette et de mires parlantes. Nous avons exécuté ce nivellement en 1873, avec le concours de M. le capitaine Noll, entre Tahir-Rassou et le chott d'abord, puis, comme vérification, entre le chott et Tahir-Rassou, sur un trajet de 125 kilomètres. Cette opération nous a prouvé que le bord occidental du chott Mel-Rir est à 27 mètres *au-dessous* du niveau de la mer et que son lit s'incline vers l'est, d'environ 25 centimètres par kilomètre; d'où il résulterait que le lit du chott Sellem, situé à 60 kilomètres à l'est, serait à plus de 40 mètres au-dessous du niveau de la mer. Cette hypothèse est d'ailleurs vérifiée par les faits, car les eaux du chott Mel-Rir se déversent dans le chott Sellem.

» Ces résultats nous ont déterminé à faire des recherches historiques, qui nous ont prouvé que la vaste dépression du sol comprise entre le chott Mel-Rir et le golfe de Gabès était encore occupée par les eaux de la mer

vers le commencement de l'ère chrétienne, et qu'elle formait alors une grande baie intérieure, connue sous le nom de *Grande Baie de Triton*. C'est alors que nous avons publié dans la *Revue des Deux-Mondes* l'article intitulé : *Une mer intérieure en Algérie*, dans lequel nous établissions qu'il suffirait de creuser un canal d'une douzaine de kilomètres entre le golfe de Gabès et le chott el Djered, à travers un cordon de sables à peine élevé de quelques mètres pour créer, au sud de la province de Constantine et de la Tunisie, une mer intérieure couvrant une superficie de 320 kilomètres de long sur 60 kilomètres de large. Nous démontrions, en même temps, que cette grande entreprise, dont les dépenses ne s'élèveraient guère qu'à une vingtaine de millions, aurait une influence considérable sur la prospérité de l'Algérie. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'application du sulfure de carbone mélangé au goudron et aux alcalis pour la destruction du Phylloxera.* Note de M. **Ch. Monestier**, présentée par M. Ch. Robin.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Mes premières tentatives datent du mois de mai 1873. Elles ont été poursuivies jusqu'à ce jour et se sont transformées en une heureuse application faite sur plus de 200 hectares dans des terrains de toute nature, situés dans les départements de l'Hérault, du Gard et des Bouches-du-Rhône. Dans une Communication faite au nom de M. Lichtenstein par M. Dumas, en date du 25 août 1873, cet illustre chimiste annonçait que, grâce au sulfure de carbone, on avait réussi dans l'Hérault à tuer le Phylloxera dans le sol, sans nuire à la vigne.

» J'ai employé, depuis le mois de décembre 1873, le sulfure de carbone uni aux alcalis (1) dans les domaines de Fondaurelles, de Caunelle (département de l'Hérault), dans un très-grand nombre de propriétés, à Rondelet, à Saint-Georges, à Montagnac (Hérault), et à Guissac (Gard), etc.

» Une Commission du Conseil général de l'Hérault suit ces travaux.

» Des succès obtenus dans des conditions de terrain et de température très-variables, démontrent :

» 1° Que le sulfure de carbone, agent toxique contre le Phylloxera, peut devenir lui-même un agent dangereux pour la vigne, soit à l'état liquide, soit à l'état de vapeurs trop denses;

» 2° Que son efficacité pour la destruction de l'insecte est rendue d'au-

(1) Il serait mieux de dire *mêlé*. (*Note de M. Dumas.*)

tant plus utile, que ses vapeurs agissent seules sous une faible tension et proviennent d'une source placée à une certaine profondeur, c'est-à-dire au-dessous des racines;

» 3° Qu'on peut modifier la volatilité du sulfure de carbone et doser ses effets en le combinant aux alcalis et au goudron (1);

» 4° Qu'ainsi employé, cet agent précieux ne présente aucun danger, ni pour l'opérateur, ni pour la vigne; il peut être très-utilement employé à des doses très-faibles et, par conséquent, peu dispendieuses.

» C'est sur plusieurs centaines de milliers de souches que ce procédé a été appliqué depuis six mois. »

VITICULTURE. — *Sur l'attaque du Phylloxera par le sulfure de carbone.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai annoncé à l'Académie la triste découverte du Phylloxera dans les vignobles de Cognac, l'automne dernier. Des essais entrepris de suite sur l'emploi du sulfure de carbone, simplement versé dans des trous, n'ont point été couronnés de succès, car les vignes ainsi traitées eurent presque aussitôt leurs feuilles desséchées; aujourd'hui elles sont mortes.

» M. Dumas a proposé de diminuer l'action trop vive du sulfure de carbone, en combinant ce corps avec un sulfure alcalin, de façon à obtenir un dégagement lent de vapeurs, évidemment moins nuisible à la plante que l'ancien procédé et très-probablement plus efficace contre les insectes cachés dans les interstices du sol. Il y a lieu de fonder de grandes espérances sur le système de l'illustre chimiste.

» Dans la même séance du 8 juin, M. le baron de Chefdebien, inspiré par la nécessité de modérer l'action du sulfure de carbone tout en la prolongeant, a proposé d'enfermer le liquide dans un vase à petite ouverture. Cette même idée m'était venue à l'esprit, et j'ai fait au printemps (mars et avril 1874) les expériences suivantes:

» J'ai introduit au pied des ceps, dans des trous faits à la barre, des tubes de verre fermés par un bout et remplis de sulfure de carbone. Au moyen d'un tampon d'herbe, j'ai ménagé au-dessus de chaque tube une petite

(1) Les alcalis ne modifient pas la volatilité du sulfure de carbone, mais seulement le goudron. (*Note de M.* Dumas.)

chambre permettant à la vapeur de se répandre facilement dans le terrain voisin. Le sulfure de carbone met ainsi de quinze à vingt jours à s'évaporer : j'en ai même retrouvé dans quelques longs tubes après un mois.

» J'ai, du reste, pris soin d'instituer à la fois un assez grand nombre d'essais en faisant varier : 1° la longueur des tubes; 2° la quantité de sulfure de carbone contenu dans chaque tube; 3° le nombre des tubes par cep; 4° la largeur de l'orifice. Deux séries d'expériences comparatives ont été faites à environ un mois de distance.

» Je partage tout à fait l'opinion de M. de Chefdebien, quand il dit qu'un tel procédé serait susceptible de devenir pratique et peu coûteux. On n'aurait pas, il est vrai, l'avantage du transport plus aisé et du maniement moins dangereux des sulfocarbonates proposés par M. Dumas. »

M. A. Scheurer-Kestner signale le parti avantageux qui pourrait être tiré de l'emploi de la charrée de soude pour détruire le Phylloxera. (Extrait d'une Lettre à M. Dumas.)

« Dans la Communication que vous avez faite à l'Académie des Sciences, vous recommandez l'emploi d'un mélange de sulfure alcalin et de sulfate d'ammoniaque. Le sulfure alcalin est tout trouvé : il suffirait de dessécher la charrée au moment qu'elle est retirée des bacs de lixiviation des soudes brutes. Cette dessiccation pourrait être faite de telle façon que la plus grande partie de la chaux libre se trouverait saturée d'acide carbonique. Le produit ainsi obtenu par calcination dans un four à réverbère renfermerait probablement encore de petites quantités de chaux; mais elles ne constitueraient pas, je le crois, un grand inconvénient à l'emploi de cette matière simultanément avec le sulfate d'ammoniaque. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. L. Duclerq propose d'arrêter la propagation du Phylloxera en isolant les vignes attaquées.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. E. de Laval adresse une Note sur l'emploi de l'appareil adopté par M. Dumas pour soumettre à des essais réguliers les substances toxiques volatiles proposées contre le Phylloxera.

« Je me suis empressé de mettre à profit la Communication faite par

M. Dumas dans la séance du 8 juin dernier, au sujet de la destruction du Phylloxera, et j'ai expérimenté, à l'aide de son excellent appareil, le mélange que j'avais eu l'honneur d'indiquer à l'Académie par ma Lettre du 3 mai dernier, savoir :

$\frac{1}{10}$ camphre,
$\frac{9}{10}$ charbon de bois pilé.

» Les divers insectes que j'ai introduits dans les tubes d'essai ont commencé par être rapidement *stupéfiés;* puis ils ont succombé au bout d'un délai variable. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MM. **Mahieu** adressent une Lettre sur l'emploi du nitro-phospho-guano pour combattre le Phylloxera. Ils se proposent d'y joindre un sulfo-carbonate.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le Dr **Decaisne** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Théorie tellurique de la dissémination du choléra et son application aux villes de Lyon, Versailles et Paris en particulier.

« Après avoir fait l'histoire des différentes apparitions du choléra dans ces trois villes, j'ai montré, en prenant pour guide les travaux de Pettenkofer, que l'immunité de Lyon s'explique en partie par la constitution du sol pour cette partie de la ville qui repose sur le roc et le granite, et en partie par la disposition particulière des eaux souterraines.

» Pour Versailles, j'ai fait voir par des chiffres officiels l'immunité dont cette ville a toujours joui, tandis que les localités environnantes étaient décimées par le fléau, et j'ai attribué cette immunité à la couche de marnes imperméables sur laquelle sont bâties la plupart des maisons de cette ville.

» J'ai cherché à prouver, par l'étude de la constitution géologique du bassin de la Seine, que, partout où le sol est perméable, le choléra n'a pu se propager, et que les terrains éocènes tertiaires (calcaire grossier, sables moyens, calcaire siliceux de Saint-Ouen), terrains perméables et arides sur lesquels Paris est bâti, sont surtout propres à la propagation de la maladie.

» Dans l'examen rapide de la théorie des influences telluriques, dans la

propagation du choléra, appliquées à Lyon, Versailles et Paris, je n'ai pas eu l'intention de donner à cette doctrine une valeur absolue; je pense d'ailleurs que la science géologique n'est pas encore en mesure de fournir dans tous les cas la solution du problème; mais j'ai voulu attirer l'attention sur un point d'étiologie qui me semble trop négligé en ce moment. »

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Decharme** adresse à l'Académie, comme faisant suite à des recherches antérieures (1), le résultat de ses expériences sur le *mouvement ascendant des liquides dans divers corps poreux*, les uns d'origine organique, les autres d'origine inorganique (tissus, bois, plâtre, pierres, etc.). Ayant constaté que ce mouvement est analogue à celui qu'il a étudié avec détails dans les papiers spongieux, il se contente aujourd'hui de donner les tableaux résumant ses expériences, ainsi que les courbes correspondantes.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Lacombe** adresse un Mémoire sur la théorie mécanique du Soleil.

(Commissaires : MM. Faye, Janssen, Lœwy.)

M. A. **Lailler** adresse un Mémoire ayant pour titre : « De la nécessité de l'intervention médicale pour combattre les dispositions natives à l'abus des boissons alcooliques, pour lutter contre la propension inopinée à ce même abus et pour en détruire l'habitude. »

(Commissaires : MM. Bouley, Larrey.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage intitulé : « Guide pratique pour l'analyse chimique des engrais », par M. *Ch. Mène*.

2° Une brochure ayant pour titre : « Lettre à la Chambre de Commerce de Bordeaux sur le Phylloxera de la vigne », par M. *T. Malvezin*.

(Cette brochure sera renvoyée à la Commission du Phylloxera.)

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 30 décembre 1872, t. LXXV, p. 1840.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un point de la théorie des fonctions abéliennes.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Hermite.

« Soit $T(x,y) = 0$, une équation entière définissant l'irrationnelle y. Les intégrales des fonctions rationnelles de x et y se ramènent, comme on sait, à un nombre fini de transcendantes distinctes, parmi lesquelles il en est qui ne deviennent jamais infinies. Leur nombre est le *genre* de l'irrationnelle y, ou, en langage géométrique, le *genre* de la courbe $T = 0$. Leur recherche revient à celle des conditions que doit remplir un polynôme $f(x,y)$, pour que les valeurs critiques des variables ne rendent pas infinie l'intégrale $\int \frac{f(x,y)\,dx}{\frac{dT}{dy}}$. Cette recherche a été faite précédemment dans quelques cas particuliers; je la fais ici dans le cas général. Mon analyse repose sur deux transformations très-simples.

» 1. Soit $x = 0, y = 0$ un système de valeurs critiques considéré. Par hypothèse, à une valeur infiniment petite de x (du premier ordre) répondent plusieurs racines y de l'équation $T = 0$, infiniment petites. Si quelques-unes d'entre elles sont d'ordre inférieur à l'unité, j'écarte cette particularité en prenant, au lieu de x, pour variable indépendante $x' = x + \alpha y$. C'est ma première transformation. En voici les propriétés. Les racines y infiniment petites forment, comme on sait, un ou plusieurs systèmes circulaires : soit y_1 l'une d'elles, d'ordre inférieur à l'unité, et n la multiplicité du système circulaire dont elle fait partie : y_1 est une fonction uniforme de $x^{\frac{1}{n}}$, son ordre est donc de la forme $\frac{n_1}{n}$, n_1 étant un entier qui, d'après l'hypothèse, est inférieur à n. On en déduit aisément que y_1 est une fonction uniforme de $x'^{\frac{1}{n_1}}$. Avec la variable indépendante x', y_1 fait donc partie d'un système circulaire de n_1 racines. En d'autres termes, la multiplicité du système circulaire considéré est réduite de $(n - n_1)$ unités. S'il y a d'autres systèmes dans le même cas, leurs multiplicités subissent des réductions analogues $(n' - n'_1)$,.... Le nombre N des racines infiniment petites y se trouve ainsi réduit de $s = n - n' + n_1 - n'_1 + \ldots$, et devient $N_1 = N - s$.

» L'équation $T(x,y) = 0$ se change en $T_1(x',y) = 0$, et, pour les valeurs y satisfaisant, on a

$$(1) \qquad \frac{dx}{\frac{dT}{dy}} = \frac{dx'}{\frac{dT_1}{dy}}.$$

» Soit a l'ordre d'infiniment petit auquel appartient $\frac{dT}{dy}$ quand on y substitue à y l'une quelconque des n racines du même système que y_1. Soit de même a_1 le nombre analogue pour $\frac{dT_1}{dy}$ (x' étant alors l'infiniment petit principal). Comme x' est d'ordre $\frac{n_1}{n}$, on obtient, en égalant les ordres des deux membres de l'équation (1), $n_1 a_1 = na - (n - n_1)$. De même pour les autres systèmes circulaires. Si je pose donc $A = \Sigma na$, la sommation s'appliquant à tous les systèmes circulaires, et que je désigne par A_1 le nombre analogue après le changement de variable, j'ai $A_1 = A - S$.

» Le polynôme $f(x, y)$ se change en un autre $f_1(x', y)$. D'après l'équation (1), j'ai maintenant à traiter la même question que précédemment pour l'intégrale $\int \frac{f_1(x, y)\,dx}{\frac{dT_1}{dy}}$, x et y étant liés par l'équation $T_1(x, y) = 0$.

» Les N_1 racines infiniment petites de cette dernière équation étant toutes au moins du premier ordre, il en résulte que, dans T_1, les termes de degré inférieur à N_1 manquent. Si donc λ est une constante arbitraire, $T_1(x, \lambda x)$ est divisible par x^{N_1}.

» 2. Soit y_i une racine appartenant à un système circulaire de multiplicité μ; je pose, pour abréger, $U_i = \left[\frac{f_1(x, y)}{\frac{dT_1}{dy}}\right]_{y=y_i}$.

» Pour les valeurs infiniment petites de x, U_i est une fonction uniforme de $x^{\frac{1}{\mu}}$. Pour que $\int U_i dx$ ne soit pas infini, il faut qu'il en soit de même de $x^{\frac{\mu-1}{\mu}} U_i$, et par suite aussi de $x^{\frac{m-1}{m}} U_i$, m étant le plus grand des nombres μ, et y_i une racine quelconque de $T_1 = 0$.

» La formule de la décomposition des fractions rationnelles me donne

$$f_1(x, \lambda x) = T_1(x, \lambda x) \sum \frac{U_i}{\lambda x - y_i}.$$

» Si je multiplie les deux membres par $x^{\frac{m-1}{m}}$, j'ai, dans le second, une suite de termes dont chacun est un infiniment petit, au moins de l'ordre $(N_1 - 1)$. Il en est donc de même du premier membre $x^{\frac{m-1}{m}} f_1(x, \lambda x)$, et, par suite, de $f_1(x, \lambda x)$. Donc, *dans le polynôme f_1, les termes de degré inférieur à $(N_1 - 1)$ manquent*. De là $\frac{N_1(N_1 - 1)}{2}$ conditions nécessaires.

» Ces conditions étant remplies, je remplace la variable y par la variable η en posant $y = \eta x$. J'ai, en désignant par φ un polynôme,

$$f_1(x, y) = x^{N_1-1}\varphi(x, \eta), \quad T_1(x, y) = x^{N_1}\theta(x, \eta),$$

$$(2) \qquad \frac{dT_1}{dy} = x^{N_1-1}\frac{d\theta}{d\eta}, \quad \int \frac{f_1(x, y)\,dx}{\frac{dT_1}{dy}} = \int \frac{\varphi(x, \eta)\,dx}{\frac{d\theta}{d\eta}}.$$

C'est ma seconde transformation. En voici les propriétés :

» Parmi les racines η de l'équation $\theta = 0$ pour $x = 0$, il n'est évidemment besoin de considérer que celles qui correspondent à $y = 0$. Elles peuvent avoir plusieurs valeurs différentes. S'il en est ainsi, le problème se pose maintenant pour plusieurs valeurs critiques; mais pour chacune d'elles le nombre des systèmes circulaires est moindre. Dans le cas opposé, le problème n'a pas changé de forme. On remarquera que, dans le premier cas, la somme des nombres analogues à A, pour les différentes valeurs critiques considérées, ou, dans le second cas, le nombre unique analogue et relatif à l'équation $\theta = 0$, est maintenant, comme on le voit par la relation (2), égal à $A_1 - N_1(N_1 - 1)$.

» J'envisage le second cas, et j'observe qu'après avoir mis en évidence $\frac{N_1(N_1-1)}{2}$, conditions auxquelles satisfait le problème f, je suis ramené au même problème, où le nombre A_1 a subi une diminution double $N_1(N_1 - 1)$.

» 3. L'emploi continu de ces deux transformations aboutira évidemment, après un nombre fini d'opérations, à une séparation des valeurs critiques. A chaque application de la première transformation, on diminue les nombres A et N d'un nombre tel que s, sans découvrir aucune condition nouvelle imposée au polynôme f. A chaque application de la seconde, on découvre, au contraire, des conditions imposées à ce polynôme, et l'on diminue du double le nombre A sans modifier N. Soient donc, après la transformation qui opère la séparation, ν, ν',..., les multiplicités auxquelles sont réduits les systèmes circulaires dont les multiplicités étaient primitivement n, n'_1,..., K le nombre des conditions découvertes, α, α',... les nombres analogues à A pour chacune des valeurs critiques considérées, on aura

$$(3) \qquad \Sigma\alpha = A - 2K - \Sigma(n - \nu).$$

» L'application successive des mêmes raisonnements à chacune des va-

leurs critiques distinctes permettra de séparer finalement tous les systèmes circulaires primitifs et de ramener l'intégrale proposée à autant de formes distinctes, dans chacune desquelles à la valeur critique unique que l'on a à considérer répond un seul système circulaire. On voit d'ailleurs aisément qu'à cause de sa forme linéaire l'équation (3) a encore lieu maintenant.

» Je considère actuellement une de ces dernières intégrales : soit α le nombre analogue à A, et ν la multiplicité du système circulaire qu'on y envisage. En lui appliquant les mêmes transformations que ci-dessus, je réduis constamment cette multiplicité qui finit par être l'unité; mais alors la valeur critique cesse de l'être, et le polynôme du numérateur n'a plus à remplir aucune condition nouvelle. D'ailleurs, le nombre analogue à α se trouve ainsi réduit à zéro; si k est le nombre des nouvelles conditions trouvées, l'équation (3), appliquée ici, donne $0 = \alpha - 2k - (\nu - 1)$. Les autres intégrales donnent de même $0 = \alpha' - 2k' - (\nu' - 1), \ldots$; d'où je conclus $2(K + k + k' + \ldots) = A - \Sigma(n - 1)$. Et enfin, en désignant par t le nombre des systèmes circulaires primitifs, *j'ai, pour le nombre total des conditions nécessaires et suffisantes* $\frac{1}{2}(A - N + t)$.

» Au point de vue géométrique, si l'axe des y n'est pas tangent à la courbe $T = 0$ à l'origine des coordonnées, A est l'abaissement que ce point produit dans la classe de la courbe, et N est sa multiplicité. Par suite :

» *Pour une courbe algébrique plane quelconque, dont p est le genre, c la classe, m le degré,* $\mathfrak{M}$ *la somme des multiplicités des points singuliers, et* T *la somme des nombres de systèmes circulaires formés par les branches de la courbe en ces points,* on a $2(p - 1) = c - 2m + \mathfrak{M} - T$.

» Je ne donnerai ici qu'un exemple. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_k$ des constantes différentes entre elles, et $a, b_1, b_2, \ldots, b_k$ des nombres entiers positifs, et

$$T(x, y) = y^a - (x - \alpha_1)^{b_1}(x - \alpha_2)^{b_2}\ldots(x - \alpha_k)^{b_k} = 0.$$

On doit naturellement supposer que les nombres $a, b_1, \ldots b_k$ ont pour plus grand commun diviseur l'unité, sans quoi l'équation serait décomposable. Cela étant, en désignant par Δ le plus grand commun diviseur de a et de $b_1 + b_2 \ldots + b_k$, et par δ_i le plus grand commun diviseur de a et de b_i, on aura $2(p - 1) = a(k - 1) - \Delta - \Sigma\delta_i$. »

ANALYSE. — *Intégration géométrique de l'équation* $L(xdy - ydx) - Mdy + Ndx = 0$, *dans laquelle* L, M *et* N *désignent des fonctions linéaires de* x *et* y. Note de M. **Fouret**, présentée par M. Chasles.

« L'étude géométrique des systèmes de courbes, définis par les équations différentielles algébriques du premier ordre à deux variables, nous paraît de nature à éclairer et à faciliter, dans beaucoup de cas, la recherche de l'intégrale générale des équations de cette forme. Nous nous proposons, dans cette Note, d'en donner un exemple, en intégrant, pour ainsi dire géométriquement, l'équation

$$(1)\qquad L(xdy - ydx) - Mdy + Ndx = 0,$$

dans laquelle L, M et N représentent des fonctions linéaires de x et y.

$$(2)\qquad \begin{cases} L = a + a'x + a''y, \\ M = b + b'x + b''y, \\ N = c + c'x + c''y. \end{cases}$$

» Il existe d'ailleurs plusieurs méthodes analytiques pour intégrer cette équation. La première en date, aussi élégante qu'ingénieuse, a été donnée par l'illustre Jacobi (**).

» Ainsi que nous l'avons établi précédemment, l'équation (1) définit le système général de courbes, à caractéristiques $\mu = 1$, $\nu = 1$; et ce système jouit, entre autres propriétés, de la suivante, qui nous servira de point de départ (**).

» *Toute courbe du système* ($\mu = 1$, $\nu = 1$) *est telle, que le rapport anharmonique formé par l'un quelconque de ses points, et par les points de rencontre de la tangente correspondante, avec les trois côtés d'un certain triangle* (*triangle polaire*), *a une valeur constante.*

» Ainsi donc, efg étant le triangle polaire, p, q, r les points où les côtés fg, ge, ef de ce triangle sont respectivement rencontrés par la tangente mt en un point m d'une courbe du système, on a

$$(3)\qquad \frac{mq}{mr} : \frac{pq}{pr} = \rho,$$

(*) *Journal de Crelle*, t. XXIV, p. 1; année 1842. Voir également Serret, *Calcul différentiel et intégral*, t. II, p. 425.

(**) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1693. Nous avions déjà indiqué dans cette Note, une première méthode d'intégration, fondée sur l'homographie.

ρ désignant la valeur constante du rapport anharmonique. De cette relation on tire

$$\frac{mq}{mr} : \frac{mq - mp}{mr - mp} = \rho,$$

d'où

$$(4) \qquad \frac{1-\rho}{mp} + \frac{\rho}{mq} - \frac{1}{mr} = 0.$$

» Désignons par u, v, w les distances du point m aux côtés fg, ge, ef du triangle polaire, et par ε, φ, χ les angles formés par mt respectivement avec les mêmes droites. A cause de $mp = u \sin\varepsilon$, $mq = v \sin\varphi$, $mr = w \sin\chi$, l'équation (4) peut s'écrire

$$(5) \qquad \frac{(1-\rho)\sin\varepsilon}{u} + \frac{\rho \sin\varphi}{v} - \frac{\sin\chi}{w} = 0.$$

» Or, ds étant l'élément d'arc en m de la courbe du système qui passe en ce point, on a

$$\sin\varepsilon = \frac{du}{ds}, \quad \sin\varphi = \frac{dv}{ds}, \quad \sin\chi = \frac{dw}{ds}.$$

En substituant ces expressions dans l'équation (5), on a

$$(6) \qquad (1-\rho)\frac{du}{u} + \rho\frac{dv}{v} - \frac{dw}{w} = 0.$$

Cette équation n'est autre chose que l'équation différentielle des courbes du système, rapportées à leur triangle polaire commun, pris pour triangle de référence. Elle s'intègre immédiatement et donne

$$(7) \qquad u^{1-\rho} v^{\rho} w^{-1} = k,$$

k désignant une constante arbitraire.

» Soient x_1, y_1 les coordonnées du point e; x_2, y_2 celles du point f; x_3, y_3 celles du point g. On voit immédiatement qu'on peut substituer dans l'équation (7) les expressions suivantes:

$$(8) \qquad u = \begin{vmatrix} 1 & x & y \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix}, \quad v = \begin{vmatrix} 1 & x & y \\ 1 & x_3 & y_3 \\ 1 & x_1 & y_1 \end{vmatrix}, \quad w = \begin{vmatrix} 1 & x & y \\ 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \end{vmatrix}.$$

» Pour déterminer x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3, prenons les deux équations

$$(9) \qquad \begin{cases} Lx - M = 0, \\ Ly - N = 0. \end{cases}$$

Elles représentent deux hyperboles, qui ont pour asymptote commune la droite $L = 0$. Leurs trois autres points communs, à distance finie, sont les pôles e, f, g du système (*).

» Pour que la droite

$$(10) \qquad L = \lambda$$

passe par un des points e, f, g, il faut choisir λ de façon que les équations (9) et (10) aient une solution commune. Ce système d'équations se remplace immédiatement par le suivant :

$$(11) \qquad \begin{cases} (a-\lambda) + a'x + a''y = 0, \\ b + (b'-\lambda)x + b''y = 0, \\ c + c'x + (c''-\lambda)y = 0, \end{cases}$$

d'où l'équation en λ

$$(12) \qquad \begin{vmatrix} a-\lambda & a' & a'' \\ b & b'-\lambda & b'' \\ c & c' & c''-\lambda \end{vmatrix} = 0.$$

» Les racines $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ de cette équation du troisième degré, substituées dans l'équation (11), donneraient respectivement x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3, et par suite u, v, w. Mais on peut éviter ces calculs et former plus directement les fonctions u, v et w. A cet effet, considérons les équations

$$(13) \qquad \begin{cases} (a-\lambda)\alpha + b\beta + c\gamma = 0, \\ a'\alpha + (b'-\lambda)\beta + c'\gamma = 0, \\ a''\alpha + b''\beta + (c''-\lambda)\gamma = 0. \end{cases}$$

Ce système d'équations, ayant son déterminant nul (12) lorsque λ reçoit l'une des valeurs $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, fournit, dans chacun de ces cas, des valeurs déterminées pour les rapports $\frac{\alpha}{\beta}, \frac{\alpha}{\gamma}$. Soient $\alpha = \alpha_1$, $\beta = \beta_1$, $\gamma = \gamma_1$ une solution du système (10) correspondant à $\lambda = \lambda_1$. Substituons ces valeurs dans les équations (13) et ajoutons-les, après avoir multiplié la seconde par x_2 et la troisième par y_2. En ayant égard aux équations (11), qui sont vérifiées par $\lambda = \lambda_2$, $x = x_2$, $y = y_2$, on obtient

$$(\lambda_2 - \lambda_1)(\alpha_1 + \beta_1 x_2 + \gamma_1 y_2) = 0.$$

» Le facteur $(\lambda_2 - \lambda_1)$ n'étant pas nul, dans le cas général où l'on ne

(*) *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 1694-1695.

suppose pas de racines égales à l'équation (5), il faut que l'on ait

$$\alpha_1 + \beta_1 x_2 + \gamma_1 y_2 = 0.$$

Par suite, la droite

$$\alpha_1 + \beta_1 x + \gamma_1 y = 0$$

passe par le point f. Nous démontrerions pareillement qu'elle passe par le point g ou (x_3, y_3). Donc elle coïncide avec la droite fg, $u = 0$.

» En résolvant les équations (13), on en déduit très-aisément un système de valeurs de α, β, γ, correspondant à chaque racine de l'équation en λ, et l'on a finalement

$$(14)\quad \begin{cases} u = (d - h\lambda_1 + \lambda_1^2) + (d' + a'\lambda_1)x + (d'' + a''\lambda_1)y, \\ v = (d - h\lambda_2 + \lambda_2^2) + (d' + a'\lambda_2)x + (d'' + a''\lambda_2)y, \\ w = (d - h\lambda_3 + \lambda_3^2) + (d' + a'\lambda_3)x + (d'' + a''\lambda_3)y, \end{cases}$$

en faisant, pour abréger,

$$\begin{aligned} b'c'' - b''c' &= d, \\ c'a'' - a''c' &= d', \\ a'b'' - a''b' &= d'', \\ b' + c'' &= h. \end{aligned}$$

» Pour trouver la valeur de ρ, considérons le point l à l'infini dans la direction $L = 0$. Nous avons démontré antérieurement (*) que le rapport anharmonique ρ est égal au rapport anharmonique formé par la tangente au point l à la courbe du système qui y passe, et par les droites joignant ce point aux points e, f, g. Or la tangente en l à la courbe qui y passe coïncide avec la droite de l'infini. On a par suite, en désignant par e', f', g' les points de rencontre de l'axe des y avec les droites le, lf, lg,

$$(15)\qquad \rho = \frac{e'g'}{e'f'} = \frac{\lambda_1 - \lambda_3}{\lambda_1 - \lambda_2}, \qquad 1 - \rho = \frac{\lambda_3 - \lambda_2}{\lambda_1 - \lambda_2}.$$

» En substituant ces expressions dans l'équation (7), on obtient finalement l'intégrale de l'équation (1) sous la forme très-symétrique

$$(16)\qquad u^{\lambda_2 - \lambda_3} v^{\lambda_3 - \lambda_1} w^{\lambda_1 - \lambda_2} = k.$$

C'est le résultat trouvé par Jacobi. »

(*) *Loc. cit.*, p. 1696.

GÉOMÉTRIE. — *Sur le degré d'exactitude de la formule de Simpson, relative à l'évaluation approchée des aires.* Note de M. **Chevilliet**, présentée par M. Resal.

« Quand on applique la formule de Simpson au calcul d'une intégrale définie, dont la valeur peut être obtenue exactement, on est frappé de l'extrême petitesse de l'erreur commise. Ainsi, pour

$$\int_{10}^{20} \log x \, dx = 11,677\,6552,$$

cette formule donne, en prenant seulement 10 intervalles, une erreur de

$$0,000\,0050$$

seulement, tandis que, pour la méthode des trapèzes, l'erreur est

$$0,001\,8087,$$

et pour celle de Poncelet, qui n'en est qu'une modification,

$$0,001\,1749.$$

» Il serait facile, en multipliant les exemples, de s'assurer que ce n'est pas là un fait accidentel.

» Cependant la formule de Simpson est peu employée. Cela tient sans doute à ce qu'on n'a pas pris jusqu'ici la peine de se rendre compte du degré d'exactitude qu'elle comporte. J'espère, en comblant une lacune regrettable, restituer à cette méthode le rang qui lui convient.

» Soit $y = f(x)$ l'équation de la courbe dont on cherche l'aire entre les ordonnées correspondant aux abscisses x_0 et X. Je vais prouver que la formule de Simpson donne, h étant l'intervalle des ordonnées, une erreur égale à

$$-\frac{h^4}{180}[f'''(\mathrm{X}) - f'''(x_0)]$$

aux quantités près du cinquième ordre, tandis que, pour la méthode des trapèzes, l'erreur est, d'après la formule d'Euler,

$$-\frac{h^2}{12}[f'(\mathrm{X}) - f'(x_0)]$$

aux quantités près de l'ordre de h^4.

» I. Je considère d'abord l'aire élémentaire comprise entre les ordon-

nées très-voisines y_0 et y_2. Elle a pour expression exacte

$$U = \int_{x_0}^{x_0+2h} f(x)\,dx = F(x_0 + 2h) - F(x_0),$$

$F(x)$ étant l'une quelconque des intégrales de $f(x)\,dx$. En développant le second membre suivant la formule de Taylor, on a

$$U = 2hf(x_0) + \frac{4h^2}{1.2}f'(x_0) + \frac{8h^3}{1.2.3}f''(x_0) + \ldots.$$

La formule de Simpson donne

$$u = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2);$$

si l'on développe $y_1 = f(x_0 + h)$, $y_2 = f(x_0 + 2h)$ suivant les puissances de h, et qu'on prenne la différence, on trouve

$$U - u = A_5 h^5 f^{\text{IV}}(x_0) + A_6 h^6 f^{\text{V}}(x_0) + \ldots,$$

où

$$A_5 = -\frac{1}{90}, \quad A_6 = -\frac{1}{90}, \quad A_7 = -\frac{23}{3780} \ldots,$$

et, en général,

$$A_n = -\frac{(n-6)2^{n-1} + 4n}{3(1.2.3\ldots n)}.$$

» En poussant l'analyse plus loin, on reconnaît de la même manière que la substitution de l'arc de parabole à deux éléments successifs de la courbe donnée produit les deux erreurs

$$U_1 - u_1 = \frac{h^4}{1.2.3.4}f'''(x_0) + \frac{13h^5}{3(1.2.3.4.5)}f^{\text{IV}}(x_0) + \ldots,$$

$$U_2 - u_2 = -\frac{h^4}{1.2.3.4}f'''(x_0) - \frac{17h^5}{3(1.2.3.4.5)}f^{\text{IV}}(x_0) \ldots,$$

dont la somme est

$$U - u = -\frac{h^5}{90}f^{\text{IV}}(x_0) + \ldots,$$

comme on l'a déjà vu. Les deux erreurs sont donc individuellement du quatrième ordre, et c'est seulement grâce à une compensation partielle, facile à prévoir, que l'erreur totale s'abaisse au cinquième ordre.

» II. Considérons maintenant l'aire entière de x_0 à X. En posant pour abréger

$$\Sigma f(x) = f(x_0) + f(x_2) + f(x_4) + \ldots + f(x_{2n-2}),$$

l'erreur correspondante est

$$E = A_5 h^5 \Sigma f^{IV}(x) + A_6 h^6 \Sigma f^{V}(x) + \ldots.$$

Supposons h assez petit pour qu'il se réduise sensiblement à son premier terme;

$$2h \Sigma f^{IV}(x) = 2h [f^{IV}(x_0) + f^{IV}(x_2) + \ldots + f^{IV}(x_{2n-2})]$$

représente l'aire de la courbe $y = f^{IV}(x)$ évaluée par la méthode des rectangles, l'intervalle des ordonnées étant $2h$. Or on peut, aux quantités près de l'ordre de h, remplacer la somme des rectangles par l'aire exacte de la courbe qui est $f'''(X) - f'''(x_0)$; on a donc, aux termes près du cinquième ordre,

$$E = -\frac{h^4}{180}[f'''(X) - f'''(x_0)].$$

» Cette formule pourra être employée utilement pour déterminer *a priori* l'intervalle h, de manière à obtenir une approximation donnée.

» Et si la courbe $y = f(x)$ était seulement tracée, sans être définie mathématiquement, on sait comment $f'''(X)$ et $f'''(x_0)$ pourraient être obtenues graphiquement. »

OPTIQUE. — *Méthode nouvelle pour déterminer l'indice de réfraction des liquides.* Note de MM. TERQUEM et TRANNIN.

« Wollaston a donné une méthode pour déterminer rapidement, à l'aide de la réflexion totale, l'indice de réfraction des liquides. Cette méthode exige l'emploi d'un appareil spécial; plusieurs constantes entrent dans le calcul, l'angle du prisme et son indice de réfraction, qui doit être nécessairement supérieur à celui de la substance à étudier. En outre, le faisceau lumineux reçu par la lunette ou l'œil n'étant pas formé de rayons rigoureusement parallèles, la réflexion totale ne peut avoir lieu au même instant pour toute la surface examinée, d'où résulte une certaine incertitude dans la détermination de l'angle limite du liquide par rapport au verre.

» Dans la méthode que nous proposons, il suffit de déterminer un seul angle, et de plus notre appareil peut être monté facilement, comme nous l'avons fait sur le goniomètre de Babinet. Il se compose essentiellement d'une petite cuve de glace à faces parallèles contenant le liquide. Celle-ci est placée au centre du cercle sur un petit trépied complétement fixe, un peu au-dessus de l'alidade mobile, après avoir enlevé la petite plate-forme

centrale du goniomètre, devenue inutile; il suffit que l'alidade puisse tourner d'un côté de la cuve, de 100 degrés environ.

» Dans la cuve se trouve plongée une plaque verticale formée de deux lames de verre bien planes et collées l'une sur l'autre, le long des bords seulement, par de la gomme, quand on veut étudier des liquides alcooliques, des carbures d'hydrogène, des essences, etc.; ou par du baume de Canada, si l'on emploie des dissolutions aqueuses. Cette double lame est fixée par le milieu de son bord supérieur à l'extrémité d'une tige de cuivre verticale. terminée de l'autre côté par un bouton moleté.

» Au milieu de l'alidade mobile est fixée une tige verticale, portant à son extrémité une tige horizontale que l'on peut faire légèrement tourner sur elle-même; celle-ci est terminée par une douille placée au-dessus du centre du cercle divisé, et dans laquelle peut glisser et tourner la tige qui porte la double lame: cette dernière lame est donc reliée à l'alidade par un support en équerre. On peut la rendre parfaitement perpendiculaire au limbe et la faire tourner dans la cuve, soit à l'aide de la tige à laquelle elle est fixée, soit en déplaçant l'alidade.

» On commence par régler la lunette mobile en visant des objets très-éloignés; on la fixe ensuite vis-à-vis du collimateur, que l'on règle à son tour de manière à voir nettement dans la lunette l'image de la fente. Les rayons lumineux qui traversent la cuve et la double lame doivent, en effet, être rigoureusement parallèles; sans cela, les résultats obtenus seraient trop faibles. On rend ensuite la double lame perpendiculaire au limbe, et l'on met enfin en place la petite cuve avec le liquide à étudier.

» Après avoir fixé l'alidade mobile près de la lunette, on tourne la lame mobile à l'aide de la tige qui la supporte, jusqu'à ce que l'image de la fente dans la lunette, après s'être colorée en rouge orangé, puis en rouge pur, disparaisse complétement, par suite de la réflexion totale qui s'opère sur la lame d'air comprise entre les deux lames de verre. On fait alors tourner la double lame à l'aide de l'alidade, de manière à l'incliner en sens inverse par rapport aux rayons incidents, et à obtenir de nouveau la réflexion totale pour une deuxième position de la lame. La moitié de l'angle dont on a fait tourner l'alidade donne l'angle limite du liquide par rapport à l'air, à la condition que la double lame soit bien perpendiculaire au limbe et formée de deux lames bien parallèles, conditions faciles à réaliser.

» Si l'on emploie de la lumière monochromatique, celle qui est émise par exemple par la flamme colorée par de la soude, la disparition de l'i-

image est presque instantanée et l'indécision n'atteint pas 15 secondes; avec la lumière blanche, la couleur rouge que l'on aperçoit avant la disparition de l'image correspond évidemment au rouge extrême du spectre, à très-peu près à la raie A. Si l'on prend comme source de lumière un tube de Geissler rempli d'hydrogène, illuminé par les décharges d'une machine de Holtz, on observe deux changements de teinte bien marqués, dus à la réflexion totale des rayons correspondant aux raies H_γ et H_β; on peut déterminer à moins de 30 secondes les positions de la double lame qui produisent ces changements de teinte; pour la raie H_α, l'approximation atteint 15 secondes.

» Dans le tableau suivant, nous donnons quelques déterminations que nous avons faites, et en regard les nombres trouvés pour les mêmes liquides par Fraunhofer et MM. Dale et Gladstone.

Liquides.	t.	Raies.	Angles mesurés.	Indices calculés.	Indices déjà trouvés.
Eau	18°	C	97°.20'.30"	1,3317	1,33171 E.
Eau	18	D	97. 9.50	1,3336	1,33358 F.
Benzine	19,5	A	84.41.20	1,4846	1,4860 D. et G.
Glycérine	18	A	85.55.20	1,4672	1,4664
Alcool amylique	19,5	A	91.10	1,4000	1,3990
Sulfure de carbone.	20	A	76.55	1,6078	1,6076

» Les faibles différences qui existent peuvent tenir à des défauts de pureté des liquides employés.

» Pour une détermination rapide de l'indice de réfraction d'un liquide, quand on emploie un appareil peu précis ne donnant que la minute, la méthode que nous proposons nous semble être plus commode et même plus exacte que la méthode habituelle, surtout si l'on a un assez grand nombre de déterminations successives à faire; il est plus facile, en effet, de nettoyer la petite cuve qu'un prisme creux; l'ajustement est plus simple, il n'y a qu'un angle à déterminer, et enfin il est très-facile de connaître exactement la température du liquide.

» Si l'on veut, au contraire, faire des déterminations très-exactes, l'emploi d'un prisme creux paraît préférable, car l'indécision est évidemment moindre, quand il s'agit de déterminer la coïncidence d'une raie avec un réticule, que la disparition d'un trait lumineux. »

PHYSIQUE. — *Sur les phénomènes électrostatiques dans les piles.* Note de M. ALFRED ANGOT.

« On sait que la propriété fondamentale de la pile est qu'entre chaque élément il existe une différence de potentiel constante α; cette différence ne varie qu'avec la nature des substances en contact et leur température, mais est complétement indépendante de leur étendue et de leur état électrique propre. Cette seule propriété suffit pour établir d'une manière simple la théorie des phénomènes électrostatiques dans la pile.

» En effet, supposons qu'on mette un corps conducteur de capacité électrique C en communication lointaine avec un des pôles, au potentiel V de la pile, que nous supposerons isolée. Le potentiel diminue de v sur ce pôle; mais il baisse en même temps de la même quantité sur toute la pile, car la différence de potentiel d'un couple au suivant doit être constante et indépendante de la valeur absolue de ce potentiel.

» De la sorte, bien que le potentiel en un point de la pile varie d'un couple au suivant, le contact d'un corps conducteur produit en tous les points de la pile une même chute de potentiel, absolument comme sur un corps conducteur. Inversement, toute charge électrique qui aura élevé de v le potentiel en un point de la pile, aura produit la même élévation de potentiel en tous les points.

» On peut donc parler de la capacité électrique de la pile comme de celle d'un corps conducteur, cette capacité étant la quantité d'électricité nécessaire pour élever de l'unité le potentiel en chacun des points de la pile.

» L'introduction de cette notion de capacité de la pile et la définition de cette capacité, identique à celle d'un corps conducteur, permettent de résoudre le problème du partage de l'électricité entre la pile et un corps conducteur absolument de la même manière et par les mêmes équations que le partage entre deux corps conducteurs.

» Quant à la valeur même de la capacité de la pile, du moment qu'elle se conduit au point de vue du partage électrique absolument comme un corps conducteur, on ne voit *a priori* aucune raison pour qu'elle soit différente de celle d'un corps conducteur de mêmes dimensions. Cela pourrait peut-être se démontrer directement par le calcul; mais je l'ai vérifié expérimentalement de la manière suivante :

» Soit P la capacité de la pile définie comme il vient d'être dit, C celle du cylindre conducteur de mêmes dimensions, et E celle du corps avec lequel on les mettra en communication.

» Le potentiel au sommet de la pile isolée étant V, et baissant de v par suite du contact avec le corps E, celui-ci prend une charge M_1, telle que l'on ait

$$M_1 = (V - v)E = Pv,$$

d'où l'on déduit

$$v = V\frac{E}{P+E} \quad \text{et} \quad M_1 = V\frac{PE}{P+E}.$$

» Si, d'autre part, on met en communication avec le même corps E le cylindre C au potentiel V, le potentiel y baisse de v' et le cylindre C prend une charge M'_1, telle que l'on ait

$$M'_1 = (V - v')E = Cv',$$

d'où

$$v' = V\frac{E}{C+E} \quad \text{et} \quad M'_1 = V\frac{CE}{C+E}.$$

» Si l'expérience donne $M_1 = M'_1$, il faudra en conclure que $C = P$, c'est-à-dire que la capacité d'une pile, telle qu'on l'a définie plus haut, est exprimée par le même nombre que celle du cylindre conducteur de même dimension.

» Les expériences ont été faites de la manière suivante : on prenait une pile à colonne de Volta, portée par des supports isolants, et dont le pôle inférieur avait été mis un instant en communication avec le sol. Le potentiel au pôle supérieur était alors représenté par le nombre n d'éléments de la pile. On mettait ce pôle en communication lointaine avec un électromètre très-sensible (électromètre de M. Branly). La déviation δ_1 de l'électromètre était proportionnelle à sa charge M_1, de sorte que le quotient $\frac{\delta_1}{n}$ représentait la valeur de l'expression $\frac{M_1}{V} = \frac{PE}{P+E}$, E étant la capacité de l'électromètre.

» On a obtenu ainsi les nombres suivants :

Nombre d'éléments.	Hauteur de la pile.	Déviation δ_1.	$\frac{\delta_1}{n}$.
10	6,15 cm	1,3	13,0
20	12,45	3,8	19,0
30	18,90	6,6	22,0
40	21,40	9,35	23,4
40	25,00	10,35	25,9
60	38,40	19,0	31,6

» D'autre part, on mettait un cylindre conducteur, de même base que la pile et de hauteur variable, en communication avec une pile de Volta de 100 éléments, ce qui lui donnait un potentiel égal à 100, puis avec l'électromètre; la déviation de ce dernier était proportionnelle à la charge M'_1 qu'il prenait alors, et donnait la valeur du rapport $\frac{M'_1}{V} = \frac{CE}{C+E}$.

» L'expérience a donné les nombres suivants :

Hauteur du cylindre.	δ'_1.
5,9 cm	12,2
11,8	18,0
23,6	24,1
40,0	30,6

» Au moyen d'un tracé graphique on peut déduire de ces nombres et par interpolation ceux qui conviendraient à des cylindres ayant même hauteur que les piles citées plus haut. On trouve ainsi :

Hauteur du cylindre.	δ'_1.
6,15 cm	13,2
12,45	18,5
18,90	22,0
21,40	23,0
25,00	24,8
38,40	30,0

» L'accord entre ces nombres et les valeurs de $\frac{\delta_1}{n}$ rapportées plus haut est aussi complet qu'on peut le souhaiter.

» Nous serons donc en droit de considérer, au point de vue du partage électrique, la pile isolée comme ayant même capacité électrique qu'un corps conducteur de même dimension.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de montrer comment on peut appliquer cette propriété à l'étude des phénomènes électrostatiques que présente la pile. »

PHYSIQUE. — *Sur l'évaporation des liquides à des températures supérieures au point d'ébullition*. Note de M. D. Gernez, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Les expériences de M. Donny, de M. Dufour et d'autres physiciens ont fait connaître plusieurs circonstances dans lesquelles certaines sub-

stances peuvent être maintenues liquides à des températures plus élevées que celle où la force élastique maxima de la vapeur est supérieure à la pression exercée sur le liquide. Elles ont conduit à attribuer ce retard de l'ébullition soit à l'absence de gaz dissous par le liquide, soit à l'absence de parois solides sur lesquelles se dégagent les bulles du gaz dissous qui forment une atmosphère dans laquelle se produit la vapeur.

» J'ai démontré (1) que les gaz dissous dans les liquides qui en sont sursaturés ne se dégagent, entre certaines limites de température et de pression, contre les parois solides des vases qui les contiennent, que grâce à la présence d'une couche gazeuse condensée à leur surface ou retenue dans les anfractuosités capillaires qui s'y trouvent naturellement ou qui s'y produisent par suite du contact de corps qui y ont laissé un dépôt adhérent quelconque. J'ai, du reste, établi par des expériences directes (2) qu'il suffit d'une quantité infiniment petite de gaz retenu au sein du liquide pour en amorcer l'ébullition et la continuer indéfiniment s'il n'y a pas d'intermittence dans l'opération; j'ai compté en effet plus d'un million de bulles de vapeur produites d'une manière continue au moyen d'une seule bulle d'air dont le diamètre ne dépassait pas 1 millimètre.

» Si les parois du vase sont très-lisses, ou si le liquide qu'il contient a dissous la couche gazeuse condensée sur ces parois, le retard de l'ébullition se produit sans qu'il soit nécessaire de prendre de disposition particulière; c'est ainsi que M. Berthelot (3) a signalé un retard de 12°,5 dans la température d'ébullition de l'éther bromhydrique contenu dans un vase de verre et distillé dans l'air raréfié. On obtient des effets plus marqués en évitant la présence d'une atmosphère gazeuse au sein du liquide. Les dispositions qui m'ont paru les plus efficaces consistent à se servir de vases de verre, à les laver à la potasse caustique chaude, puis à les passer une dizaine de fois à l'eau bouillante pour enlever les dernières traces de potasse, enfin à rincer plusieurs fois à l'alcool absolu et à sécher en chauffant dans la flamme du gaz. Une autre précaution, qui convient surtout lorsqu'on a en vue de porter le liquide à une température de beaucoup supérieure au point d'ébullition, consiste à le faire traverser par un courant de bulles de vapeur qui enlèvent les gaz dissous. Enfin, il est indispensable de

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXIII, p. 883; 1866.

(2) *Journal de Physique*, t. II, p. 81; 1873.

(3) *Bulletin de la Société chimique* [2e série], t. XIII, p. 315; 1870.

chauffer au bain-marie pour éviter les différences considérables de température qui peuvent se produire aux divers points de la paroi plus ou moins hétérogène d'un vase chauffé à feu nu.

» Dans ces conditions, tous les liquides essayés ont présenté des retards considérables à l'ébullition : tels sont, par exemple, l'alcool, la benzine, le chloroforme, le chlorure de carbone, l'eau, l'esprit-de-bois, le sulfure de carbone et l'éther. Ces trois derniers liquides supportent très-facilement sans bouillir la température de 100 degrés sous la pression atmosphérique, et pourtant la force élastique de la vapeur d'esprit-de-bois à cette température est $3^{atm},16$, celle du sulfure de carbone $4^{atm},37$, et celle de l'éther $6^{atm},64$.

» La facilité avec laquelle on peut réaliser ces expériences m'a permis d'étudier le phénomène de l'évaporation qui se produit très-activement à la surface des liquides surchauffés. Je me suis servi, pour cette étude, de tubes cylindriques de verre mince, qui contenaient des hauteurs de liquide variant de 6 à 12 centimètres, chauffés dans un bain d'eau s'élevant au-dessus du liquide jusqu'à 1 ou 2 centimètres de l'orifice de chaque tube; on empêchait ainsi le retour de la vapeur qui ne se condensait pas sur les parois du tube et qui se dégageait librement soit dans l'atmosphère, soit dans un tube latéral qui permettait de le recueillir.

» 1° *Température du liquide.* — La température du liquide surchauffé qui s'évapore est généralement inférieure à celle du bain qui sert à le chauffer. Si l'on introduit, en effet, dans un tube de 15 millimètres de diamètre, contenant du sulfure de carbone, le réservoir d'un thermomètre préalablement nettoyé, on reconnaît que la température extérieure étant maintenue constante et égale à 60 degrés, celle du sulfure de carbone se fixe à 55°,5 tant que la hauteur de la couche liquide est supérieure à 20 millimètres. La raison de cette différence de température est assez évidente : quand on introduit le tube dans le bain-marie à température constante, les couches liquides s'échauffent le long des parois, deviennent plus légères, s'élèvent et viennent à la surface du liquide où l'évaporation leur enlève une grande quantité de chaleur; devenues plus denses par le refroidissement, elles redescendent au fond du tube, et par cette circulation contribuent à rendre la température du liquide uniforme et constante.

» La différence entre les températures à l'intérieur et à l'extérieur du tube augmente sensiblement quand on élève la température extérieure.

» Elle dépend aussi du diamètre du tube et devient très-faible quand le

tube est étroit : ainsi dans un tube de 5 millimètres de diamètre contenant du sulfure de carbone, chauffé extérieurement à 60 degrés, la température indiquée par le thermomètre intérieur est 59°,5.

» Cette différence est tout à fait inappréciable dans les tubes plus étroits.

» 2° *Vitesse de l'évaporation.* — La constance de la température du liquide qui s'évapore est un indice de la régularité du phénomène. L'expérience prouve que la vitesse de l'évaporation est constante : si l'on mesure la hauteur h, dont baisse le niveau du liquide en un temps t dans un tube cylindrique maintenu à une température constante, on trouve que le rapport $\frac{h}{t}$ a la même valeur, quelle que soit la hauteur initiale. Ce rapport peut être pris pour mesure de la vitesse de l'évaporation du liquide.

» J'ai reconnu l'existence d'une vitesse d'évaporation constante pour tous les liquides, quelle que fût la température ambiante, par exemple pour le sulfure de carbone aux températures de 60, 70, 80 90 et 100 degrés.

» Cette vitesse d'évaporation ne dépend pas de la longueur de la partie vide du tube chauffée par le bain ambiant, pourvu que cette longueur dépasse 30 à 35 millimètres; dans ces conditions, ou bien la vapeur se dégage sans se condenser, ou bien, s'il y a condensation sur les parois du tube, les gouttes, en redescendant, se volatilisent en passant sur la région chauffée et n'arrivent pas jusqu'au niveau du liquide.

» Enfin cette vitesse est sensiblement indépendante de la nature du milieu dans lequel se dégage la vapeur. En opérant par exemple avec de l'esprit-de-bois ou du sulfure de carbone, on trouve la même vitesse d'évaporation lorsqu'on laisse la vapeur se dégager librement dans l'atmosphère et lorsqu'on l'enflamme à l'orifice du tube.

» 3° *Influence de la surface.* — Dans le cas de l'évaporation à basses températures, on admet que, toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de liquide vaporisé est proportionnelle à la surface d'évaporation, ou, ce qui revient au même, que la vitesse d'évaporation est constante. Il n'en est pas ainsi dans le cas des liquides surchauffés. On observe une vitesse d'évaporation rapidement croissante à mesure que l'on emploie des tubes d'un plus petit diamètre. Cet effet s'observe non-seulement avec les tubes d'un diamètre plus grand que 5 millimètres, dans lesquels il y a une différence notable de température entre le liquide intérieur et l'extérieur, mais il est aussi très-prononcé avec les tubes capillaires dans lesquels le liquide est à la température ambiante. Voici, par exemple, le résultat d'expériences faites avec de l'esprit-de-bois rectifié, dont la température d'ébullition sous la

pression atmosphérique était 66° 5, et qui fut chauffé à 100 degrés dans des tubes cylindriques de diamètres différents :

Diamètres	15mm	5mm	3mm	2mm	1mm	0mm,35	0mm,2
Vitesses d'évaporation	1	2,2	2,7	3,6	10	21,9	30

» On voit que la vitesse d'évaporation devient extrêmement grande dans les tubes capillaires. Ainsi dans le tube de 0mm,2 de diamètre, la durée observée d'un abaissement de niveau de 10 centimètres n'était que de 40 secondes; en 6′40″ le niveau eût baissé d'une hauteur de 1 mètre.

» 4° *Influence de la température.* — On admet généralement, sur la foi des expériences de Dalton, que la vitesse d'évaporation est proportionnelle à l'excès de la force élastique maxima de la vapeur à la température du liquide sur la force élastique de la même vapeur disséminée dans le milieu ambiant. Dans mes expériences, le liquide se trouve en contact avec une colonne d'au moins 10 centimètres de hauteur de sa propre vapeur sous la pression atmosphérique; si donc la loi de Dalton est exacte, la vitesse de l'évaporation devra être proportionnelle à l'excès de la tension maxima de la vapeur à la température du liquide sur la pression atmosphérique. Pour le sulfure de carbone, par exemple, si l'on prend les nombres donnés par M. Regnault pour les forces élastiques de cette vapeur, et si l'on désigne par 1 l'excès de la tension maxima de la vapeur à 60 degrés sur la pression atmosphérique, les excès correspondant aux températures de 70, 80, 90 et 100 degrés sont représentés par les nombres 1,96, 3,15, 4,60 et 6,35. D'un autre côté, si l'on détermine par expérience les vitesses d'évaporation à ces diverses températures, et si l'on divise les valeurs obtenues par la vitesse d'évaporation observée à 60 degrés, on trouve des nombres très-différents des rapports auxquels conduirait la loi de Dalton, lorsque l'expérience est faite dans des tubes larges; mais les différences sont moins prononcées lorsqu'on étudie l'évaporation dans des tubes étroits : voici, par exemple, les résultats obtenus avec un tube cylindrique de 2 millimètres de diamètre et corrigés de la dilatation du liquide déterminée directement, 1,94, 3,02, 4,27 et 6,00. Or, avec un tube étroit, nous avons vu qu'il n'y avait pas de différence appréciable entre les températures intérieure et extérieure : on voit donc que la loi de Dalton ne s'applique pas rigoureusement à l'évaporation des liquides surchauffés; on doit cependant la regarder comme conduisant à des résultats voisins de ceux donnés par l'expérience, mais d'une valeur absolue plus grande. »

CHIMIE. — *Sur la phosphorescence du phosphore, du soufre et de l'arsenic.* Note de M. **Joubert**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le phénomène de la phosphorescence, considéré tout d'abord comme un effet d'oxydation, a été attribué par Berzélius à la vaporisation du phosphore, et cette opinion, réfutée par des expériences déjà anciennes et très-concluantes de M. Schrötter, semblait n'avoir pas perdu tout crédit. Pour s'assurer de son inexactitude et démontrer que c'est simplement un phénomène de combustion, il suffit de constater, comme je l'ai fait maintes fois, que la phosphorescence n'a lieu, ni dans le vide barométrique parfait, ni dans une atmosphère gazeuse dépouillée d'oxygène, ni dans un courant continu d'azote, d'hydrogène ou d'acide carbonique parfaitement pur. Il est très-difficile d'éliminer complétement l'oxygène; mais, cette condition une fois remplie, le phosphore peut être fondu, distillé, transformé partiellement en phosphore rouge, sans donner lieu à la moindre trace de phosphorescence.

» La combustion porte exclusivement sur la vapeur de phosphore. En outre, on sait qu'il ne se produit pas de lueurs dans l'oxygène à la pression et à la température ordinaires, et qu'on les fait apparaître, soit en diminuant la pression du gaz, soit en élevant sa température. J'ajoute que la phosphorescence cesse également quand la quantité d'oxygène est trop petite; elle ne se produit donc à une température donnée que si la pression de l'oxygène est comprise entre des limites déterminées. La limite inférieure est trop faible pour être mesurée, mais son existence ne me semble pas douteuse, et, entre autres expériences à l'appui, je citerai la suivante : Si l'on place sur l'eau une éprouvette contenant de l'azote et un bâton de phosphore, on voit des nuages lumineux se former à des intervalles parfaitement réguliers. Dans cette circonstance, l'oxygène provient de l'air qui s'est dissous dans l'eau, puis diffusé dans l'atmosphère de l'éprouvette; la diffusion a lieu d'une manière continue, et néanmoins la phosphorescence est intermittente.

» Quant à la limite supérieure, j'ai constaté qu'elle croît à peu près proportionnellement à la variation de température, et la marche des expériences semble indiquer que la phosphorescence cesserait absolument à la température de 14 degrés. J'ai déterminé d'ailleurs, avec tout le soin possible, les tensions des vapeurs de phosphore entre zéro et 100 degrés. L'observation est difficile, parce que les pressions sont très-faibles et que le phosphore finit par agir sur presque tous les liquides que l'on peut em-

ployer; la glycérine est le seul qui m'ait donné des résultats satisfaisants. En réduisant les pressions en colonnes de mercure, on obtient les nombres suivants :

A 5°	0mm,03
10	0,05
20	0,11
30	0,25
40	0,48
100	3,44

» Quand on mélange avec l'oxygène un gaz étranger sans action sur le phosphore, l'azote par exemple, on trouve que ce gaz n'a pas seulement pour effet de diluer l'oxygène, mais qu'il nuit au phénomène de la phosphorescence; si l'on détermine la pression à laquelle la phosphorescence cesse de se produire, et si de la composition du mélange on déduit la pression propre de l'oxygène, on la trouve toujours plus faible que la pression limite qui correspond à l'oxygène pur, et cette diminution est d'autant plus grande que la proportion du gaz étranger est elle-même plus considérable. Le sens du phénomène est le même quand on remplace l'azote par l'hydrogène, l'oxyde de carbone, l'acide carbonique et le protoxyde d'azote; l'influence de chaque gaz se traduit d'ailleurs par des nombres différents.

» Il y a une certaine analogie entre ces résultats et ceux auxquels M. Bert est arrivé par la respiration des animaux. D'après ce savant physiologiste, la richesse en oxygène du gaz qui est le plus favorable à la respiration varie en sens inverse de la pression totale du mélange, et l'on peut déduire de ses expériences que la pression propre de l'oxygène doit être sensiblement constante et égale à 155 millimètres. Pour la phosphorescence, la pression totale du mélange qui met fin à l'apparition des lueurs est aussi d'autant plus grande que la proportion d'oxygène est plus faible; mais la pression de l'oxygène lui-même diminue à mesure que le mélange est moins riche.

» Cette propriété de la vapeur de phosphore en fait un réactif très-sensible, soit pour la recherche du phosphore dans les cas d'empoisonnement, soit pour manifester des traces d'oxygène dans un mélange gazeux. J'ai pu constater ainsi, par exemple, que l'oxyde d'argent et l'oxyde de mercure se décomposent d'une manière appréciable vers la température de 100 degrés.

» Enfin, ce n'est point là un fait isolé, particulier à la vapeur de phosphore; le soufre et l'arsenic possèdent exactement les mêmes propriétés et

avec les mêmes particularités à des températures plus élevées. Avec le soufre, la phosphorescence apparaît dans l'air à une température d'environ 200 degrés, et à une température un peu plus élevée pour l'arsenic. Dans les deux cas la présence de l'oxygène est nécessaire, et la pression de ce gaz doit être comprise entre deux limites déterminées. »

BALISTIQUE. — *Sur de nouveaux appareils dits* accéléromètres *destinés à étudier les phénomènes de combustion des poudres*. Note de MM. **M. Deprez** et **H. Sebert**, présentée par M. Bertrand.

« Grâce à l'appui éclairé des Ministres qui se sont succédé depuis deux ans à la tête du Département de la Marine et aux ressources pécuniaires qu'ils ont bien voulu mettre à notre disposition, nous avons pu poursuivre une longue série de recherches ayant pour but l'étude des phénomènes de combustion de la poudre.

» Nous nous sommes proposé d'obtenir la mesure des pressions successives développées par les diverses poudres pendant la durée de leur combustion, tant dans les bouches à feu que dans des capacités closes, ainsi que la mesure des intervalles de temps correspondant à ces diverses pressions.

» Nos recherches ont porté d'abord sur l'application à cette question spéciale du système d'indicateurs des pressions imaginé, pour les machines à vapeur, par M. Marcel Deprez, l'un de nous, et dont il avait prévu déjà cette application dans la Note qu'il a adressée à l'Académie dans la séance du 11 septembre 1871.

» Mais ces recherches, bien qu'elles aient donné déjà des résultats remarquables, ne sont pas encore assez complètes pour être soumises à l'Académie, et nous nous contenterons de parler aujourd'hui d'un appareil d'une grande simplicité qui permet, au moyen de plusieurs essais répétés, d'obtenir également, mais par points successifs, la courbe des pressions.

» L'invention de cet appareil appartient encore à M. Marcel Deprez qui lui a donné le nom d'*accéléromètre*, parce qu'il est destiné à mesurer les accélérations imprimées à une masse soumise à l'action des gaz.

» Il se compose d'un piston pouvant glisser librement dans un canal en communication avec la capacité dans laquelle s'effectue la combustion et recevant directement l'action de la poudre sur sa base. Ce piston est muni d'un dispositif qui permet, à l'aide d'une vis micrométrique, de régler la course qui lui est laissée, de sorte qu'il est arrêté brusquement après avoir

parcouru un espace rigoureusement déterminé, et avoir acquis, sous l'impulsion de la poudre, une vitesse qu'il s'agit d'évaluer.

» Pour mesurer cette vitesse, on place sur la tête du piston une masse additionnelle libre qui, lorsque ce dernier est arrêté, est lancée avec cette même vitesse. S'il s'agit d'appareils fixes, comme ceux destinés à l'étude des pressions en vases clos, on observe simplement la hauteur à laquelle cette masse s'élève en ayant soin de la faire lancer verticalement. S'il s'agit, au contraire, d'appareils destinés à être placés sur une bouche à feu, on amortit le choc de cette masse additionnelle à l'aide d'un ressort convenablement taré dont la flexion permet encore de mesurer la vitesse cherchée.

» En exécutant plusieurs expériences successives dans lesquelles on brûle un même poids de poudre, dans des conditions identiques, mais en donnant à l'appareil des courses croissantes, par exemple, 1, 2, 3... millimètres, on obtient les vitesses successives acquises, et l'on en déduit aisément les pressions développées et les durées du trajet.

» En appelant, en effet,

p le poids total de l'appareil lancé ;
x la course qui lui est laissée;
t le temps employé à parcourir ce trajet ;
F la force en kilogrammes développée au bout de ce temps sur la tête du piston ;
v la vitesse acquise au bout de ce même temps ;
h la hauteur de chute correspondante,

on a

$$F = \frac{p}{g}\frac{dv}{dt} = \frac{p}{g} v \frac{dx}{dx}.$$

En tenant compte de la relation $v^2 = 2gh$, cette formule se réduit à l'expression très-simple :

$$F = p\frac{dh}{dx};$$

si l'on remplace les différentielles dh et dx par les différences finies Δh et Δx, on ne commettra qu'une erreur très-petite si Δx est lui-même très-petit ; et d'autre part les valeurs de h étant directement obtenues dans les appareils fixes, à poids lancé verticalement, on voit que ces appareils pourront être gradués de façon à donner immédiatement, par la simple différence de deux lectures consécutives, la pression moyenne développée pendant une course Δx prise pour unité.

» Dans l'un de nos appareils, le poids p était égal à $2^{kg},066$; la section du piston était de 2 centimètres carrés; le guide servant à mesurer les hauteurs de *lancé* de la masse additionnelle étant divisé en millimètres, on obtenait directement par simple différence la pression moyenne en atmosphères développée pendant chaque course de 1 millimètre, car on avait pour cette pression

$$P = \frac{2,066}{2 \times 1,033} \times \frac{\Delta h}{\Delta x} = \frac{\Delta h}{\Delta x},$$

ou simplement $P = \Delta h$, en supposant $\Delta x = 1$.

» L'appareil donne aisément aussi les durées du trajet, car la formule

$$v = \frac{dx}{dh} \quad \text{ou} \quad dt = \left(\frac{1}{v}\right) dx$$

montre que si l'on construit une courbe en prenant pour abscisses les parcours successifs x et pour ordonnées les inverses des vitesses v, les durées de trajet s'obtiendront par une simple quadrature effectuée graphiquement.

» Les expériences que nous avons faites avec deux premiers types de ces appareils nous ont permis de reconnaître qu'ils peuvent signaler avec une netteté saisissante les différences d'effets qui caractérisent les diverses espèces de poudre. Pour des poudres de nature différente, les vitesses acquises par un même appareil, pour des courses égales, peuvent varier dans le rapport de 1 à 10; les pressions correspondantes et les durées de trajet subissent des variations analogues, et si l'on construit les courbes des pressions développées en fonction du temps, on obtient des tracés absolument caractéristiques de chaque poudre. Pour une même poudre, l'appareil donne même des indications différentes lorsque la grosseur moyenne des grains de la charge vient à changer ou lorsque les conditions qui influent sur la constitution de la poudre subissent des modifications; mais, dans des conditions identiques, il donne des résultats d'une constance remarquable.

» Nous reproduisons ici, à titre d'exemple, une série de résultats obtenus avec deux poudres très-différentes, une poudre de chasse fine et une poudre de mine française.

» Les premiers appareils construits n'ayant pas une course totale suffisante, proportionnellement à leur poids, n'ont pas permis de prolonger les expériences assez loin pour atteindre la période de refroidissement sensible qui suit la combustion complète.

Poudre de chasse fine. (Charge : 8 grammes; densité de chargement : 0,20.)

COURSE de l'appareil.	DÉPLACEMENT de la masse additionnelle		VITESSE acquise correspondante.	PRESSION moyenne.	INVERSE de la vitesse.	DURÉE du trajet.
	observé.	corrigé.				
mm	mm	mm	m	atm	m	s
0,5	37	70	1,18	140	0,848	0,001263
1,0	191	190	1,93	240	0,520	0,001605
1,5	292	340	2,58	300	0,387	0,001882
2,0	443	520	3,19	360	0,314	0,002057
2,5	774	730	3,78	420	0,265	0,002202
3,0	1026	950	4,32	440	0,232	0,002326
3,5	1275	1180	4,82	460	0,208	0,002437
4,0	1486	1420	5,28	480	0,190	0,002536
4,5	1721	1670	5,73	500	0,175	0,002627
5,0	1891	1930	6,15	520	0,163	0,002711
5,5	2185	2210	6,58	560	0,152	0,002780
6,0	2579	2530	7,05	640	0,142	0,002853
6,5	2826	2880	7,52	700	0,133	0,002922
7,0	3246	3260	8,00	760	0,125	0,002986

» Les résultats corrigés donnés dans ce tableau ont été obtenus en régularisant la courbe construite en prenant pour abscisses des longueurs proportionnelles aux courses laissées à l'appareil, et pour ordonnées des longueurs proportionnelles aux déplacements de la masse additionnelle réellement observés. Sans ces corrections, on aurait obtenu pour les valeurs des pressions successivement développées des nombres alternativement croissants et décroissants, dénotant un mouvement ondulatoire; ces résultats peuvent être l'indice de discontinuités soupçonnées dans l'acte de la combustion, ou être dus à des mouvements vibratoires de l'appareil lui-même. Nous continuons nos recherches pour éclaircir ce point particulier.

Poudre de mine à grains de 3 *millimètres à* 3mm,5. (Charge : 8 grammes; densité de chargement : 0,20.)

COURSE de l'appareil.	DÉPLACEMENT de la masse additionnelle		VITESSE acquise correspondante.	PRESSION moyenne.	INVERSE de la vitesse.	DURÉE du trajet.
	observé.	corrigé.				
mm	mm	mm	m	atm	m	s
2	45	40	0,89	20	1,125	0,008480
4	100	100	1,40	30	0,715	0,010180
6	248	200	1,98	50	0,506	0,012401
8	368	365	2,68	82	0,373	0,013280
10	699	700	3,71	167	0,270	0,013923
12	1473	1475	5,38	387	0,186	0,014329

CHIMIE ANIMALE. — *Note sur un calcul intestinal d'Esturgeon;* par MM. **Delachanal** et **Mermet.**

« Ce calcul, rapporté d'Astracan par M. Boutin, avait été trouvé accompagné de deux autres semblables, dans le même Esturgeon. Il pèse 150 grammes et se compose de cristaux accolés rayonnants d'un centre commun. La coupe du calcul montre qu'il s'est formé par couches concentriques.

» Il renferme pour 100, assez exactement, 84 de ce phosphate bibasique à 2 équivalents d'eau, qui se rencontre si souvent dans les calculs intestinaux, et 15 de matière organique, avec quelques traces d'acide sulfurique de chaux, de magnésie, d'alumine et d'oxyde de fer.

» Mais, ce qui mérite peut-être d'être remarqué, au point de vue de la composition des eaux de la mer Caspienne et de celles du Volga ou de ses autres affluents, c'est la présence de la lithine, en quantité notable dans ce calcul, où l'on a pu non-seulement reconnaître cette base au spectroscope, mais la doser.

» On a trouvé 0,0008 de lithine, représentant par conséquent en phosphate de lithine, plus d'un millième du poids du calcul.

» Ce travail a été exécuté au laboratoire de l'École Centrale. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Résultats obtenus après l'emploi de l'acide phénique dans les inhumations.* Note de M. **Prat**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans l'été de 1867, au mois d'août, M. le Doyen de la Faculté de Médecine autorisa l'auteur à placer quatre cadavres dans de la sciure de bois imprégnée d'acide phénique. On renferma chacun d'eux dans un cercueil de sapin et on les abandonna à l'air pendant près de deux mois, puis ils furent inhumés dans le cimetière des hôpitaux. On les exhuma, l'un deux ans après et les trois autres environ cinq ans après, en présence de l'auteur, qui a cru pouvoir conclure de son examen que l'emploi de l'acide phénique modifie profondément la marche de la putréfaction. La décomposition reste stationnaire tant que l'acide phénique peut agir, et, quand il disparaît, soit par évaporation, soit par dissolution dans des liquides qui s'écoulent, soit par décomposition, la putréfaction reprend sa marche avec une rapidité beaucoup plus grande, et les corps, dans ces conditions, subissent toujours la transformation en *gras de cadavre*.

» La conservation du corps pendant les premiers temps dépend de

l'exacte occlusion du cercueil, qui empêche la volatilisation de l'acide; mais, si le cercueil n'est pas préservé, il subit l'influence du milieu dans lequel il est placé. Les gaz, qui d'ailleurs se forment autour du cadavre ou dans sa substance même, exercent une pression assez forte pour faire éclater le cercueil et l'ouvrir; ce qui prouve qu'il n'y a pas arrêt, mais simplement modification des phénomènes putrides. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la publication des observations d'étoiles filantes faites par M. Coulvier-Gravier.* Lettre de M. SCHIAPARELLI, communiquée par M. Chapelas.

« Observatoire royal de Milan, le 26 juin 1874.

» J'apprends avec beaucoup de plaisir qu'il y a quelque probabilité de voir enfin la publication intégrale des observations d'étoiles filantes faites par M. Coulvier-Gravier. Je pense que beaucoup de personnes applaudiront à cette idée autant que moi. En effet, le peu qu'on a publié des résultats de ces observations a été bien utile pour la science.

» Je n'ai pas besoin de rappeler que, de la discussion de ses journaux, M. Coulvier-Gravier a tiré, entre autres résultats, la remarquable loi de la variation diurne des étoiles filantes, et que de cette loi est dérivée la plus convaincante démonstration de la nature cosmique de ces météores.

» Il est vrai que les idées de M. Coulvier-Gravier sur l'application météorologique de ses observations n'ont pas été partagées par tout le monde; pourtant je pense que le temps lui rendra justice sur quelques points de ses théories, et même le tout n'est pas à dédaigner.

» Mais, en faisant abstraction de toute théorie, les observations en elles-mêmes conserveront toujours la valeur qu'on doit attribuer à des faits; et les faits sont et seront toujours l'*ultima ratio* d'après laquelle il faudra juger les théories.

» Je suis donc persuadé que cette publication sera un vrai service rendu à la science des météores, et j'espère recevoir bientôt de bonnes nouvelles à ce sujet. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'appendice caudal de certaines larves d'Ascidies.* Note de M. A. GIARD.

« On sait, depuis la brillante découverte de M. de Lacaze-Duthiers, que certaines espèces, du genre *Molgula*, sortent de l'œuf sous une forme amœboïde, n'ayant extérieurement aucune ressemblance avec les larves des

autres Ascidies. Kupffer a bientôt étendu cette découverte à plusieurs autres types du même genre. Hancock a montré, au contraire, que ce mode exceptionnel d'évolution n'appartient pas, d'une manière générale, à toutes les espèces du groupe des Molgulidées. C'est ainsi que les *Molgula complanata* et *ampulloides* ont une larve urodèle pourvue d'un appendice caudal assez bien développé. J'ai fait connaître également quelques cas analogues et attiré l'attention des zoologistes sur ce fait intéressant, que les Molgules à embryon anormal sont libres à l'état adulte, tandis que les larves régulièrement conformées appartiennent, au contraire, aux espèces qui se fixent d'une façon permanente.

» L'étude d'une espèce de Molgule, très-commune sur les côtes du Boulonnais, me permet aujourd'hui d'énoncer cette loi avec plus d'assurance et me fournit un nouvel exemple d'une particularité de structure fort singulière que j'avais observée précédemment sur l'appendice caudal de larves du genre *Cynthia*.

» Les plages très-riches de Wimereux et du Portel, à l'est et à l'ouest de Boulogne-sur-Mer, sont littéralement tapissées, dans la première partie de la zone des Laminaires, par une belle Molgule qui, au lieu de vivre isolée comme ses congénères, se présente en masses grégaires d'individus, adhérant solidement les uns aux autres et souvent même devenus polyédriques par pression réciproque. D'après ce genre de vie, on pourrait supposer que cette espèce est celle décrite par J. Alder sous le nom de *Molgula socialis* (*Annals and mag.*, p. 159, mars 1863). Les caractères anatomiques donnés par le naturaliste anglais sont insuffisants pour affirmer l'identité. Il ne parle pas de la longueur des siphons, qui est très-remarquable ; la taille ($\frac{1}{2}$ pouce) est inférieure à celle des échantillons de Wimereux, qui ont en moyenne 2 à 3 centimètres de hauteur ; enfin l'unique spécimen de cette espèce, étudié par Alder, était une colonie fixée sur un *Pecten maximus*, dragué à 12 milles de Hastings. Or la Molgule du Boulonnais cesse d'être abondante tout à fait au bas de l'eau, où elle est remplacée par les masses gaufrées que forment les tubes des Hermelles.

» La Molgule de Wimereux s'établit souvent à la face inférieure des pierres, plus souvent encore à la face supérieure des roches jurassiques (grès de Portland), constituant le fond de la mer. Leur forme varie suivant la position qu'elles occupent dans les masses ; les individus placés au centre s'allongent pour ne pas être recouverts par leurs voisins : souvent même il se développe ainsi du côté opposé aux siphons un pédoncule qui peut atteindre 2 centimètres de longueur.

» Cette Ascidie étant fixée présente, comme on pouvait le prévoir, une larve urodèle dont l'appendice caudal atteint même un développement assez élevé. La partie terminale de la queue présente, en effet, des rayons plus fermes que le reste de la membrane et que je ne puis mieux comparer qu'aux rayons natatoires des embryons de poissons.

» Mais cette disposition est peu accentuée chez le têtard de notre Molgule, et, si j'ai cité d'abord cette espèce, c'est qu'il m'a paru remarquable de trouver dans un même genre, à côté de larves anoures, d'autres présentant un appendice caudal si hautement organisé.

» Un degré bien supérieur de complication s'observe chez les embryons de certaines *Cynthia* et notamment chez les espèces appartenant au groupe des *Styela* de Savigny. J'ai étudié d'une façon plus spéciale une petite Ascidie (4 à 6 millimètres de hauteur), dont la structure anatomique se rapproche beaucoup de celle des *Styela*, mais qui, suivant la nomenclature ancienne, et tout à fait artificielle, encore adoptée dans les travaux récents sur les Ascidies, devrait être placée dans un groupe bien différent. En effet, cette espèce que j'appellerai *Polystyela Lemirri* est une Ascidie composée, ou pour le moins une Ascidie sociale. Les individus (*Blastozoïtes*) formant chaque colonie (*Cormus*) sont disposés sur une lame basilaire commune comme les Coralliaires du genre *Sympodium*. La *Polystyela* se rapproche d'ailleurs des Synascidies par d'autres caractères morphologiques et même par des caractères physiologiques : les embryons sortent tout formés de l'organisme maternel dans lequel s'est effectuée l'incubation.

» L'appendice caudal de l'embryon de *Polystyela* présente sur toute sa longueur des rayons parfaitement développés et très-régulièrement disposés. Perpendiculaires à la corde dorsale dans la première partie de la queue, ces rayons vont en s'inclinant de plus en plus sur l'axe, à mesure qu'ils se rapprochent de l'extrémité. Cette extrémité caudale ressemble ainsi, d'une façon surprenante, à celle d'un jeune poisson. On pourrait à peine distinguer le dessin qui la représente de celui que l'on peut faire, par exemple, sur l'embryon du *Macropodus viridis ouratus*.

» Dans la première portion de la queue et jusque vers le tiers postérieur de la corde dorsale, les rayons natatoires, très-légèrement inclinés sur cette corde, présentent une base cartilagineuse, d'aspect granuleux, occupant environ le tiers du limbe membraneux de l'appendice. On a donc en ce point une structure à peu près identique à celle que l'on observe dans l'appendice caudal du jeune Saumon vers le dixième jour de son développement, des supports cartilagineux s'appuyant ou non sur la corde et

terminés par des rayons soutenant une membrane délicate. Je me contente pour le moment de signaler ces faits curieux, me proposant de revenir un jour sur la signification qu'on peut leur attribuer. »

TOXICOLOGIE. — *De la présence du plomb dans le cerveau.* Note de M. **Daremberg**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Dans une Note présentée le 15 juin 1874 à l'Académie des Sciences par MM. Bergeron et l'Hôte, les auteurs rapportent l'observation d'un empoisonnement aigu par le plomb avec présence de ce métal dans le cerveau, fait nié par plusieurs auteurs. Peut-être est-il bon de rappeler que l'on retrouve aussi le plomb dans le cerveau des individus affectés d'une intoxication lente. Cette assertion est prouvée par une Communication faite à la Société de Biologie, le 14 juin 1873, par M. Bouchard, médecin des hôpitaux. Il s'agissait d'un ouvrier peintre en bâtiments atteint de saturnisme et en outre d'une intoxication mercurielle à la suite d'un traitement anti-syphilitique. On lit dans la Note de M. Bouchard :

« L'analyse du cerveau et des reins, faite par M. Daremberg, a montré du mercure dans les reins, du mercure et des traces de plomb dans le cerveau. (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, p. 238, 1873.) »

« M. **Chasles** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. Maurice Levy, intitulé : *La Statique graphique et ses applications aux constructions :* matières très-cultivées, depuis quelques années, surtout à l'étranger, et qui sont d'une application très-étendue, principalement dans les écoles qui, chez nos voisins, ont pris le nom d'*Institut technique* ou d'*École Polytechnique.* M. Maurice Levy expose les méthodes d'une façon très-complète et en donne de nombreuses applications, toutes systématiquement déduites de la théorie des figures réciproques définies par M. C. Maxwell et étudiées depuis à un point de vue nouveau par M. Cremona. Il montre que les principales propriétés de ces figures peuvent aussi être regardées comme des conséquences de la transformation parabolique.

» L'Ouvrage se termine par un Mémoire intitulé : *Sur les recherches des tensions dans les systèmes de barres élastiques et sur les systèmes qui, à volume égal de matière, offrent la plus grande résistance possible* (1).

(1) Un extrait, relatif à cet Ouvrage, a paru dans les *Comptes rendus* (séance du 28 avril 1873).

» Cet Ouvrage contribuera, sans nul doute, à répandre en France la connaissance d'une branche des Mathématiques appliquées, aussi intéressante en elle-même qu'importante dans la Mécanique des constructions et dont on fait un grand usage dans les pays voisins. »

A 6 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 JUIN 1874.

(SUITE.)

Cours d'Analyse de l'École Polytechnique; par M. Ch. HERMITE; 1[re] partie, Compte rendu analytique par M. P. MANSION. Rome, typ. des Sciences mathématiques et physiques. (Extrait de la même publication.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche; t. VI, dicembre 1873; t. VII, gennaio 1874. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1873-1874; 2 br. in-4°.

(Ces trois derniers ouvrages sont présentés par M. Chasles.)

Dell' innesto epidermico delle piaghe, Memoria del prof. L. PORTA. Milano, tip. Bernardoni, 1874; in-4°. (Estratto dalle *Memorie del reale Istituto lombardo.*)

Von der bestimmung theilungsfehler eines Gradliniigen Maasstabes; von P.-A. HANSEN. Lepzig, bei S. Hirzel, 1874; in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou; vol. I[er]. Moscou, 1874; 1 vol. petit in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 JUIN 1874.

Mémoire sur la distribution de la chaleur et de ses variations depuis le sol jusqu'à 36 mètres au-dessous; par M. BECQUEREL. Paris, typ. F. Didot, 1867; in-4°. (Extrait du tome XXXVI des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

Premier, deuxième et troisième Mémoires sur le mode d'intervention de l'eau

et les forces électromotrices dans les actions chimiques produites pendant le mélange des dissolutions salines neutres, acides ou alcalines; par M. BECQUEREL. Paris, typ. F. Didot, 1874; in-4°. (Extrait du tome XL des *Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

Recherches pour servir à l'histoire naturelle des Mammifères; par MM. H.-Milne EDWARDS *et* Alph.-Milne EDWARDS; liv. 16 à fin. Paris, G. Masson, 1874; in-4°, texte et planches.

Agronomie, Chimie agricole et Physiologie; par M. BOUSSINGAULT; t. V. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-8°.

Dentition et squelette de l'Euplère de Goudot; par M. P. GERVAIS. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de Zoologie,* 1874.)

Paléontologie française ou Description des Fossiles de la France; 2ᵉ série : *Végétaux, terrain jurassique;* liv. 17 : *Cycadées; par* M. le Comte DE SAPORTA. Paris, G. Masson, 1874; in-8°.

H. DE PARVILLE. *Causeries scientifiques;* 13ᵉ année, 1873. Paris, Rothschild, 1873; 1 vol. in-12.

Observations sur les dépôts tertiaires du Médoc et du Blayais dans le département de la Gironde; par M. LINDER. Bordeaux, imp. Cadoret, 1874; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Idées sur la navigation aérienne; par M. DESNOS. Nancy, Grosjean, 1873; br. in-18, avec Note additionnelle. (2 exemplaires.)

Destruction du Phylloxera vastatrix *par le sulfure de carbone vaporisé (procédé Fouque), Lettre à M. le rédacteur du* Courrier d'Oran; *par* H. P. Oran, typ. A. Dupont, 1874; in-18. (Renvoi à la Commission.)

Quelques documents pour l'histoire de la pomme de terre; par M. le Dʳ CLOS. Toulouse, imp. Douladoure, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Agriculture pratique et d'Économie rurale pour le midi de la France.*)

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2ᵉ série, t. XIV, XXIIᵉ de la collection, 1873-1874; 4ᵉ trimestre de 1873. Le Mans, imp. Monnoyer, 1873; in-8°.

Revue d'Artillerie; 2ᵉ année, t. IV, 3ᵉ liv., juin 1874. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1874; in-8°. (Présenté par M. le général Morin.)

De l'influence des grandes commotions politiques et sociales sur le développement des maladies mentales; par le Dʳ LUNIER. Paris, F. Savy, 1874; in-8°.

Des rapports des figures de géométrie entre elles; 1re et 2e parties; *par* M. LHÉRITIER. Bourges, chez l'auteur, 1874; 2 opuscules in-8°.

Les Merveilles de l'Industrie; par L. FIGUIER; 13e série : *Le papier.* Paris, Furne, Jouvet et Cie, 1874; grand in-8°, avec figures.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXVII, sessione IVa del 22 marzo 1874. Roma, 1874; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 JUIN 1874.

La Statique graphique et ses applications aux constructions; par M. Maurice LEVY. Paris, Gauthier-Villars, 1874; 1 vol. in-8°, avec atlas. (Présenté par M. Chasles.)

De la fièvre jaune au Sénégal. Étude faite dans les hôpitaux de Saint-Louis et de Gorée; par L.-J.-B. BÉRENGER-FÉRAUD. Paris, A. Delahaye, 1874; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1874.)

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, publié sous la direction du Dr JACCOUD; t. XIX : INFUS-KYST. Paris, J.-B. Baillère et fils, 1874; in-8°.

Notice sur les bois de la Nouvelle-Calédonie, etc.; par M. H. SEBERT. Paris, A. Bertrand, sans date; in-8°.

Guide pratique pour l'analyse chimique des engrais; par M. Ch. MÈNE. Paris, aux Bureaux de la *Revue hebdomadaire de Chimie,* sans date; 1 vol. in-12.

Des lames de haute mer; par M. Ch. ANTOINE. Brest, 1874; in-folio autographié. (2 exemplaires.)

Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale; par M. G. PLANCHON; t. I, fascicule 2. Paris, F. Savy, 1874; in-8°. (Présenté par M. Decaisne.)

Recherches chimiques sur la végétation (suite). *Études sur les feuilles des arbres pendant le cours de leur végétation; par* M. B. CORENWINDER. Lille, imp. Danel, 1874; in-8°.

Sur le mouvement des corps célestes dans un milieu rare; par M. L. BANET-RIVET. Marseille, imp. Bellande, 1846; br. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Or-

léans; t. XVI, nos 1 et 2, 1874, 1er et 2e trimestres. Orléans, imp. Puget, 1874; in-8°.

Contrôleur automatique de l'efficacité des paratonnerres; par R.-Francisque MICHEL. Saint-Denis, imp. Lambert, 1874; opuscule in-8°.

Les collections botaniques du Musée royal de physique et d'histoire naturelle de Florence au printemps de 1874; *par* Ph. PARLATORE. Florence, imp. Lemonnier, 1874; 1 vol. in-8°.

Le diatomee in relazione alla geologia a proposito di scopertà fattane in una lignite del territorio di Urbino. Memoria del sig. conte Abate Fr. CASTRACANE. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

Le diatomee nella età del carbone. Memoria del sig. conte Abate Fr. CASTRACANE. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-8°.

Sulle protuberanze solari e le macchie; duodecima Communicazione del P. A. SECCHI. Roma, tip. delle Scienze matematiche e fisiche, 1874; in-4°.

(Ces trois ouvrages sont extraits des *Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei.*)

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PENDANT LE MOIS DE JUIN 1874.

Annales de Chimie et de Physique; juin 1874; in-8°.

Annales de gynécologie; mai et juin 1874; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mai 1874; in-8°.

Annales du Génie civil; juin 1874; in-8°.

Annales industrielles; nos 23 à 26, 1874; in-4°.

Annales médico-psychologiques; mai 1874; in-8°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 7, 14, 21 et 28 juin 1874; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; juin 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 5, 1874; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 5, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus, n° 1, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. III, liv. 1, 1874; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; n° 7, 1874; in-4°.

Bulletin de la Société française de Photographie; juin 1874; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 1re année, nos 1, 2, 1874; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; juillet à septembre 1873; in-4°.

Bulletin des séances de la Société centrale d'Agriculture de France; nos 4 et 5, 1874; in-8°.

Bulletin des séances de la Société entomologique de France; n° 28, 1874; in-8°.

Bulletin du Comice agricole de Narbonne; juin 1874; in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 juin 1874; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire de Paris; mai, 24 à 28, 30, 31; juin, 2 à 30, 1874; in-4°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 6, 1874, in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto, n° 5, 1874; in-4°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 4, 1874; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 63 à 75, 1874; in-4°.

Gazette médicale de Bordeaux; nos 11 et 12, 1874; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 23 à 26, 1874; in-4°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* février, mars, avril, 1874; in-8°.

Iron; nos 73 à 76, 1874; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 23 à 26, 1874; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 269 à 272, 1874; in-8°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; avril, mai 1874; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 11 et 12, 1874; in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; mai 1874; in-4°.

Journal de Médecine de l'Ouest; premier trimestre, 1874; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; juin 1874; in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; juin 1874; in-8°.

Journal de Zoologie; n° 3, 1874; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos des 30 mai, 15 et 30 juin 1874; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 8 à 11, 1874; in-folio.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 13-14, 1874; in-8°.

L'Abeille médicale; nos 23 à 26, 1874; in-4°.

La Nature; nos 53 à 56, 1874; in-4°.

L'Art dentaire; juin 1874; in-8°.

L'Art médical; juin 1874; in-8°.

La Tribune médicale; nos 303 à 306, 1874; in-4°.

L'École de Médecine; nos 15 à 22, 1874; in-8°.

Le Gaz; n° 12, 1874; in-4°.

Le Messager agricole; n° 5, 1874; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 11 et 12, 1874; in-4°.

Le Mouvement médical; nos 23 à 26, 1874; in-4°.

Le Progrès médical; nos 23 à 26, 1874; in-4°.

Les Mondes; nos 5 à 8, 1874; in-8°.

Magasin pittoresque; juin 1874; in-8°.

Marseille médical; n° 5, 1874; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; avril, mai 1874; in-4°.

Moniteur industriel belge; nos 8 et 9, 1874; in-4°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* mai 1874; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; n° 6, 1874; in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; juin 1874; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire; n° 5, 1874; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; nos 11 et 12, 1874; in-8°.

Revista di Portugal e Brazil; mai, juin 1874; in-4°.

Revue bibliographique universelle; juin 1874; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; juin 1874; in-8°.

Revue des Sciences naturelles; 15 juin 1874; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 11 et 12, 1874; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 20 à 25, 1874; in-8°.

Revue maritime et coloniale; juin 1874; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; juin 1874; in-8°.

Revue scientifique, n° 48, 1874; in-4°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n°s 10 et 11, 1874; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n° 10 et 11, 1874; in-4°.

The Canadian patent Office record; n°s 12, 1874; in-4°.

FIN DU TOME SOIXANTE-DIX-HUITIÈME.

N° 26.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 29 Juin 1874.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

N° 26.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

CORRESPONDANCE.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.

TABLES

DES COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1874

TOME LXXVIII.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1874.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME LXXVIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

Voir, pour tout ce qui concerne le Phylloxera de la vigne, l'article *Viticulture*.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Paris. — Quai des Augustins, 55.